INTRODUÇÃO ILUSTRADA À

COMPUTAÇÃO

(com muito humor!)

LARRY GONICK

Traduzido sob iniciativa da **Itautec**

A tradução de "The Cartoon Guide to Computer Science", de Larry Gonick, é uma iniciativa da **Itautec**, com o objetivo de trazer a todos os aficionados da informática, um trabalho criativo, simples e de grande interesse.

Itautec.

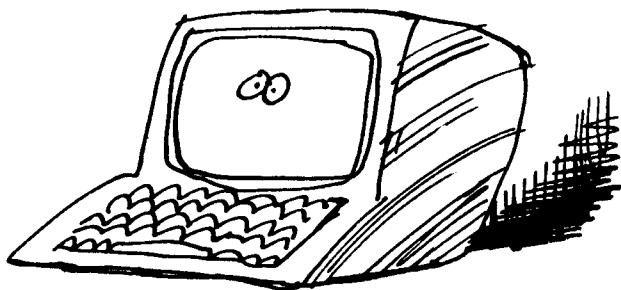
INTRODUÇÃO ILUSTRADA À COMPUTAÇÃO

(com muito humor!)

Tradução:
VILMAR PEDRO VOTRE
e
EDUARDO LAMOUNIER BARBIERI
Funcionários da **Itautec**

INTRODUÇÃO ILUSTRADA À COMPUTAÇÃO

(com muito humor!)

Larry Gonick

HARBRA

HARPER & ROW DO BRASIL

SÃO PAULO

Cambridge
Filadélfia
Nova Iorque
São Francisco

Londres
Bogotá
México
Sidney

1817

PREFÁCIO À EDIÇÃO BRASILEIRA

O mercado de livros sobre Computação encontra-se saturado das mais diferentes obras — tanto introdutórias como bem aprofundadas no tema. Obras que abordam apenas o software, como as que incluem o hardware, com aplicações ou não. No entanto, ainda faltava aos leitores um livro que suavizasse a aridez do assunto, com desenhos que complementassem as idéias, e com muito humor. Este é o grande mérito do "Introdução Ilustrada à Computação".

Foi em função destas qualidades que a Itautec tomou a iniciativa de introduzir a obra no Brasil, a fim de tornar mais atraente e interessante a leitura sobre Computação.

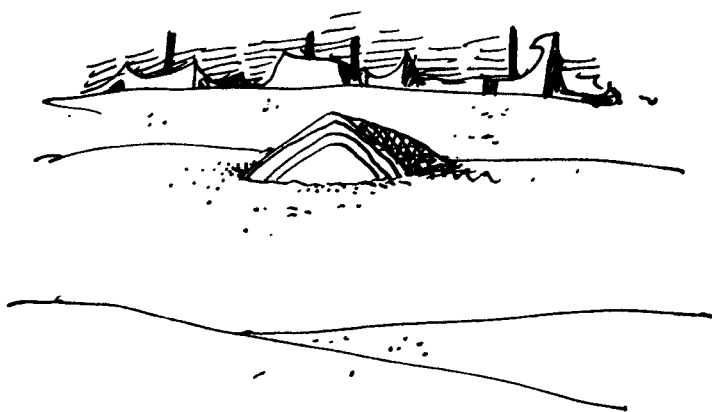
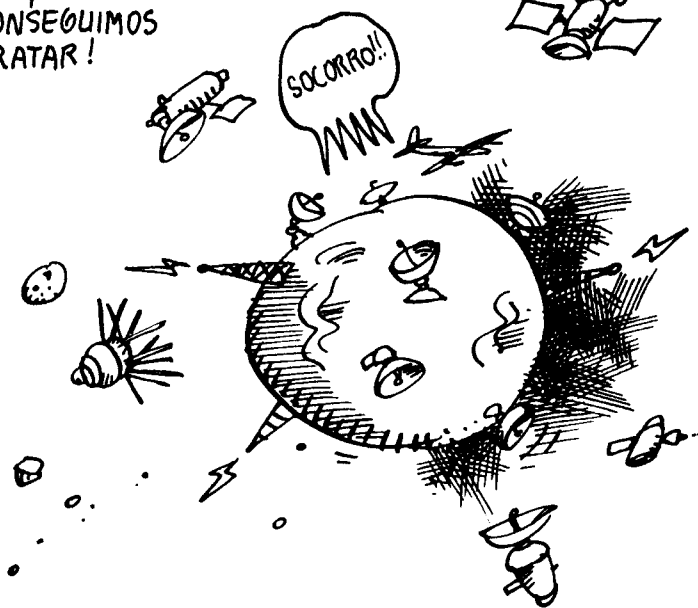
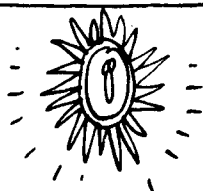
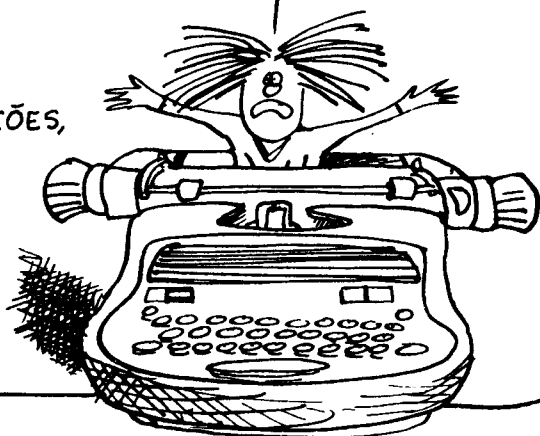
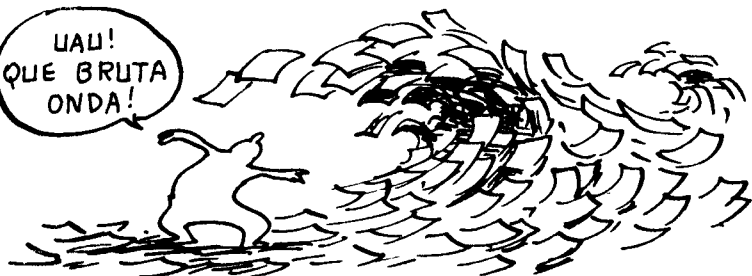
Por ocasião da tradução, foram preservados alguns termos no original, em virtude de sua utilização normal em inglês. Tudo para que prevalecessem o equilíbrio e o bom senso no emprego da terminologia.

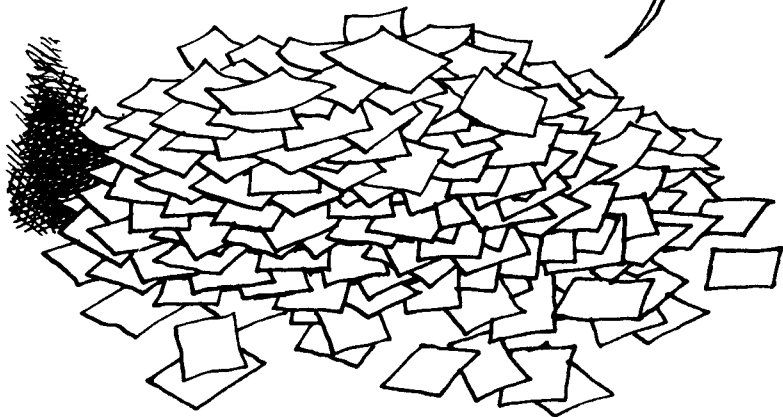
Afinal, a proposta da Itautec, colocando o "Introdução Ilustrada à Computação" à disposição do público brasileiro, é de simplificar conceitos e popularizar um tema, até agora dominado por poucos profissionais específicos da área, fazendo com que a informática seja acessível à utilização de todos.

Itautec.

CONTEÚDO

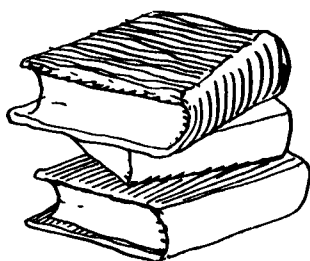
PARTE I

AS ERAS DA INFORMAÇÃO

VIVEMOS A
ERA DO EXCESSO
DE INFORMAÇÃO.
GRAÇAS AOS MILAGRES DA
TECNOLOGIA DO SÉCULO XX,
NÓS, HABITANTES DA
TERRA, DISPOMOS
DE ACESSO
INSTANTÂNEO A
MAIS INFORMAÇÃO
DO QUE
CONSEGUIMOS
TRATAR!
SOCORRO!!

HÁ
INFORMAÇÃO
SOBRE
PREVISÃO DO TEMPO,
ESPORTES,
POLÍTICA,
FINANÇAS,
GENTE,
CIÊNCIA,
DIVERSÕES,
ARTE,
RELIGIÃO,
BANCOS,
PREVIDÊNCIA,
TELEFONES,
MERCADO DE AÇÕES,
PUBLICIDADE,
HISTÓRIA,
HORÓSCOPO,
IMPOSTOS,
EDUCAÇÃO,
TEVÊ,
TECNOLOGIA,
PETRÓLEO ...
INFORMAÇÃO ACERCA DE INFORMAÇÃO...
UAU! QUE BRUTA ONDA!

TORNA-SE CLARO QUE ESTES TEMPOS PEDEM UM AGENTE DA TECNOLOGIA UNICAMENTE VOLTADO PARA ARMAZENAR, CLASSIFICAR, QUALIFICAR, COMPARAR, COMBINAR, E EXIBIR INFORMAÇÃO EM ALTA VELOCIDADE!

ISSO E MAIS UMA PÁ...

ISTO EXPLICA PORQUE OS COMPUTADORES ESTÃO PRESENTES ONDE QUER QUE A INFORMAÇÃO SE CONCENTRE, DESDE AS GRANDES EMPRESAS ATÉ O PEQUENO RELÓGIO DE PULSO!

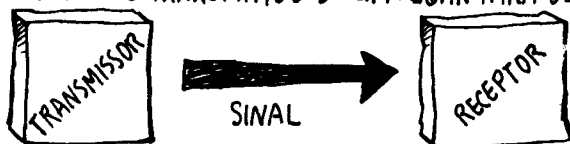
DÁ PARA DEIXAR VOCÊ PARANÓICO!

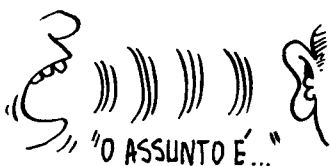
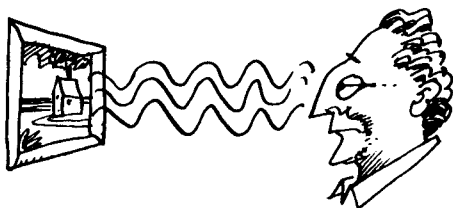
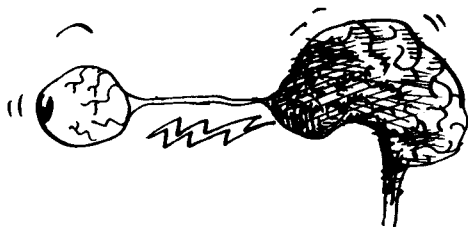
O que é informação?

NO SENTIDO MAIS COMUM DA PALAVRA, "INFORMAÇÃO" SIGNIFICA ***FATOS!*** É O TIPO DE COISA PRESENTE EM LIVROS SÉRIOS E QUE SÓ PODE SER EXPRESSA EM PALAVRAS.

NO MUNDO DOS COMPUTADORES, CONTUDO, ELA TEM UM SENTIDO MUITO MAIS AMPLO.

A DEFINIÇÃO ATUAL É DADA POR **CLAUDE SHANNON**, UM ENGENHEIRO DOS LABORATÓRIOS BELL, MONOCICLISTA AMADOR E FUNDADOR DA CIÊNCIA QUE ESTUDA A ***TEORIA DA INFORMAÇÃO.***

SHANNON TAMBÉM CONSTRUIU UM "RATO" ELETRÔNICO, PROGRAMÁVEL PARA PERCORRER LABIRINTOS!

DE ACORDO COM SHANNON, A INFORMAÇÃO ESTÁ PRESENTE SEMPRE QUE UM SINAL É TRANSMITIDO DE UM LUGAR PARA OUTRO:

NÃO IMPORTA QUE TIPO DE SINAL SEJA.
POR EXEMPLO:

O SINAL PODE ESTAR NA FORMA DE ***PALAVRAS***, QUE É O TIPO MAIS USUAL DE INFORMAÇÃO...

...MAS UM ***QUADRO*** TAMBÉM ***ENVIA*** UM SINAL, NA FORMA DE ONDAS DE LUZ, ATÉ OS NOSSOS OLHOS. É COMO SE OS QUADROS TRANSMITISSEM INFORMAÇÃO!

ALÉM DISSO, NOSSOS OLHOS ENVIAM UMA ESPÉCIE DE IMPULSOS ELÉTRICOS, ATRAVÉS DO NERVO ÓTICO, ATÉ O CÉREBRO. ESTES SINAIS CARREGAM INFORMAÇÃO, TAMBÉM!!

DESTA FORMA,
UM *DIRETO*
NO QUEIXO NÃO
DEIXA DE TER
SEU VALOR
INFORMATIVO!

TODOS ESTES SINAIS, INCLUSIVE O DIRETO NO QUEIXO, PODEM SER GRAVADOS DE ALGUMA FORMA... INSINUANDO QUE A INFORMAÇÃO, ALÉM DE TRANSMITIDA E RECEBIDA, PODE SER/**GUARDADA**.../

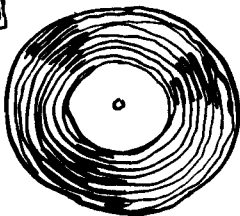
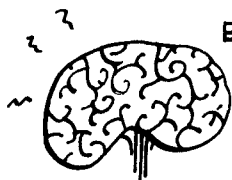
EM LIVROS...

EM DISCOS E VÍDEO-DISCOS...

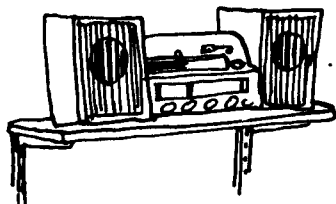
EM QUADROS OU GRAVURAS...

EM FITA...

NA MEMÓRIA HUMANA...

COMO FAZER E LANÇAR BOMBAS H

EM DIAGRAMAS ETC.!

O OBJETIVO É PODER TRANSMITIR A MESMA MENSAGEM MUITAS VEZES...

AH!

E, CERTAMENTE, O CONTEÚDO DA INFORMAÇÃO PODE SER COMBINADO DE VÁRIAS FORMAS.

E VOCÊ PODE ***TRANSFORMAR EM VERBO*** QUALQUER SUBSTANTIVO USADO!

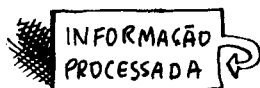
QUANDO NOS REFERIMOS A ARMAZENAMENTO, TRANSMISSÃO, COMBINAÇÃO E COMPARAÇÃO DE MENSAGENS, DIZEMOS SIMPLESMENTE

PROCESSAMENTO DA INFORMAÇÃO.

(EMBORA A INDÚSTRIA DA COMPUTAÇÃO SEJA RESPONSÁVEL POR TRANSFORMAR VÁRIOS SUBSTANTIVOS EM VERBOS — ***ACESSAR, INTERFACEAR***... — PROCESSAR JÁ ERA UM VERBO, GRAÇAS À INDÚSTRIA DE ALIMENTOS...*).

QUEIJO PROCESSADO

PRESUNTO PROCESSADO

INFORMAÇÃO PROCESSADA

*N.T. NOS ESTADOS UNIDOS "PROCESSED" = INDUSTRIALIZADO.

PARA APRECIARMOS O PODER DA INFORMAÇÃO, VAMOS CONSIDERAR UM EXEMPLO DO COTIDIANO:

A PRÓPRIA VIDA.

VEJA UMA REPRESENTAÇÃO DA VIDA:

O GENE, OU ***DNA***, CONSISTE DE UMA LONGA CADEIA DE UNIDADES MOLECULARES CHAMADAS PARES DE NUCLEOTÍDEOS.

ESTA SEQÜÊNCIA É COPIADA NUMA MOLÉCULA DE ***RNA***, CHAMADA DE "MENSAGEIRA".

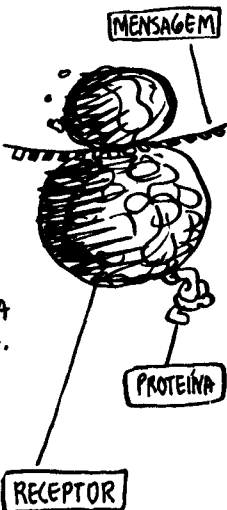
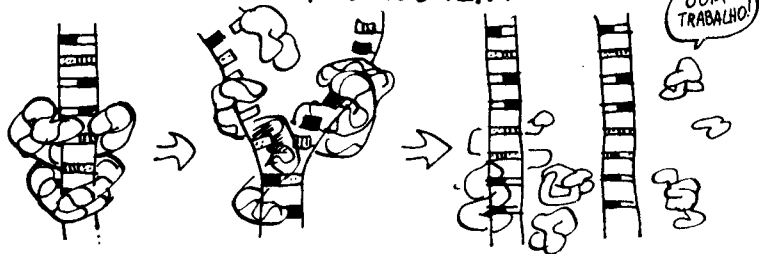
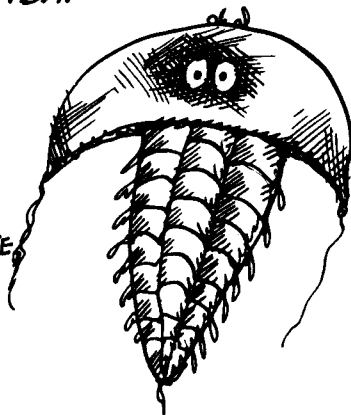
A MENSAGEM É, ENTÃO, RECEBIDA POR UMA FÁBRICA QUÍMICA, QUE USA O ***RNA*** COMO MOLDE PARA MONTAR UMA MOLÉCULA DE PROTEÍNA.

MENSAGEM

PROTEÍNA

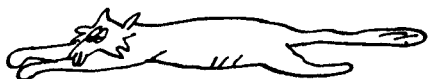
TRANSMISSOR

MENSAGEM

RECEPTOR

EM OUTRAS PALAVRAS, A PROTEÍNA É CONSTRUÍDA A PARTIR DA ***INFORMAÇÃO*** GUARDADA NO GENE.

O QUE OCORRE, ENTÃO? SE O DNA CODIFICA AS PROTEÍNAS QUE O AJUDAM A SE REPRODUZIR, ENTÃO MAIS PROTEÍNAS SERÃO PRODUZIDAS, MAIS DNA SERÁ COPIADO... ETC! MAIS AINDA, SE O DNA CODIFICA OUTRAS PROTEÍNAS QUE O PROTEGEM DE VÁRIAS FORMAS, E OUTRAS PARA ATACAR E DESTRUIR DNA's E PROTEÍNAS RIVAIS...

A Evolução do Computador

PODE SER EXAGERO DIZER
QUE OS COMPUTADORES TÊM
EVOLUÍDO DESDE
O PRINCÍPIO...

MAS, DESDE OS PRIMÓRDIOS, AS
FORMAS DE VIDA VÊM
APERFEIÇOANDO SUA CAPACIDADE
DE PROCESSAMENTO DA
INFORMAÇÃO. ATÉ MESMO UMA
SIMPLES AMEBA RECEBE SINAIS
QUÍMICOS, INDICANDO-LHE ONDE SE
ENCONTRAM OS ALIMENTOS!

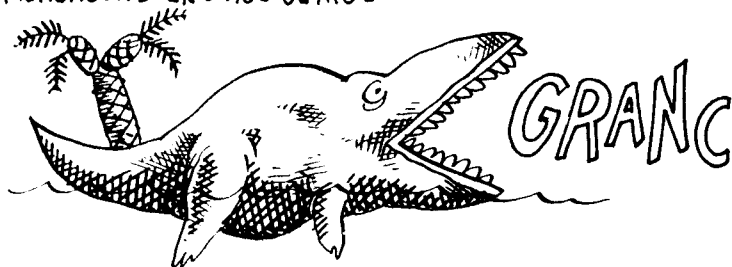
OS *SENTIDOS*, TODOS, SÃO MEIOS DE SE RECEBER SINAIS.

OS OLHOS PERCEBEM UMA GAMA DE RAIOS ELETROMAGNÉTICOS; OS OUVIDOS RESPONDEM À PRESSÃO DO AR NELES; AS NARINAS REAGEM A VÁRIOS TIPOS DE MOLÉCULAS. O MESMO SE DÁ COM AS PAPILAS GUSTATIVAS. E O SENTIDO DO TATO PODE SER A CAUSA DE SE RECEBER UM DIRETO NO QUEIXO!

AS IMPRESSÕES SENSORIAIS SÃO TRANSMITIDAS ELETRICAMENTE AO LONGO DOS NERVOS, E COORDENADAS PELO CÉREBRO — PRIMEIRA TENTATIVA DA NATUREZA DE PRODUZIR UM COMPUTADOR!!

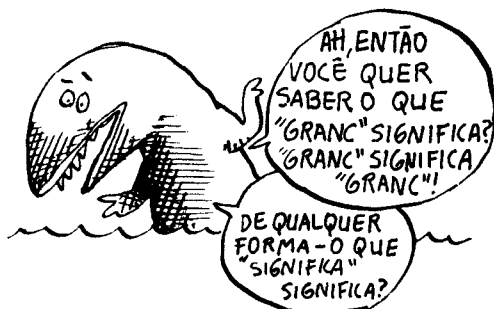
HMM! TEMPO DE RESPOSTA HORRÍVEL!

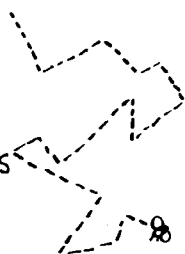
ESSES "MICROS" SÃO TÃO LENTOS!

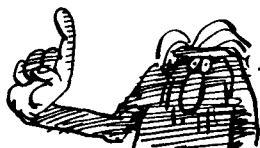
ALÉM DE TRANSMITIR INFORMAÇÃO DENTRO DE SEUS PRÓPRIOS CORPOS, OS ANIMAIS TAMBÉM ENVIAVAM MENSAGENS UNS AOS OUTROS

GRANC

MAIS UMA VEZ:
ELES NÃO NECESSARIAMENTE TRANSMITEM INFORMAÇÃO QUE POSSA SER TRADUZIDA EM PALAVRAS!

AH, ENTÃO VOCÊ QUER SABER O QUE "GRANC" SIGNIFICA? "GRANC" SIGNIFICA "GRANC"!

DE QUALQUER FORMA – O QUE "SIGNIFICA" SIGNIFICA?

AINDA:

ESTAS MENSAGENS NEM SEMPRE VÊM NA FORMA DE SONS. OS CACHORROS SE COMUNICAM ABANANDO A CAUDA E AS ABELHAS "DANÇAM" PARA INDICAR O LOCAL EXATO DE UMA FLOR.

QUANDO OS HUMANOS COMEÇARAM A SE COMUNICAR, PROVAVELMENTE NÃO ERA MUITO DIFERENTE DOS ANIMAIS.
"GRANC"
"GRANC"
GRANC
GRANC
MAS, COM O AUMENTO DO TAMANHO DO CÉREBRO E SEU "PODER DE COMPUTAÇÃO", A LINGUAGEM TORNOU-SE MAIS EXPRESSIVA.
O CÉU ESTÁ AZUL...
O CÉU ESTÁ AZUL E PONTILHADO DE NUVENZINHAS...
O motivo?
AS PESSOAS PODIAM RECORDAR E USAR MAIS PALAVRAS. E QUANTO MAIS PALAVRAS USASSEM, MAIOR SERIA O NÚMERO DE MENSAGENS POSSÍVEIS — O QUE É OUTRA FORMA DE DIZER QUE PODIAM ENVIAR MAIS INFORMAÇÃO.
O CÉU, LAVADO PELA CHUVA DE ONTEM, ESTÁ AZUL E PONTILHADO DE NUVENZINHAS.
GRANC

COM O TEMPO, ACABOU SURGINDO UM TIPO ESPECIAL DE PALAVRA, COM REGRAS PRÓPRIAS... A SABER —

OS NÚMEROS TÊM UMA CARACTERÍSTICA RARA: PODE-SE REPRESENTÁ-LOS NOS DEDOS, AO PASSO QUE OUTRAS PARTES DA LINGUAGEM SÓ SE DESENVOLVEM NO CÉREBRO... POIS É, AS CONTAS SEMPRE FORAM **DIGITAIS***, DESDE O INÍCIO!

QUANTOS DIAS TEM UM MÊS?

SIMPLES! UM, DOIS, TRÊS, QUATRO, CINCO, SEIS, SETE, OITO, NOVE, ...

DEZ...

...

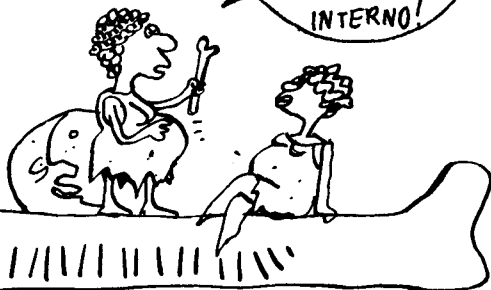
AHAM! EMBORA EU TENHA CERTEZA QUE ESTA PERGUNTA *TEM* UMA RESPOSTA, NOSSA GERAÇÃO DE HARDWARE PARECE INCAPAZ DESTA TAREFA...

EU QUE O DIGA!

ESTES GÊNIOS CERTAMENTE SÃO CAPAZES DE ABALAR AS ESTRUTURAS...

DEZENOVE...

* "DÍGITO" QUER DIZER DEDO!

E, APÓS A CONTAGEM, COMO SE PODERIA GUARDAR O RESULTADO?
FÁCIL!! APÓS A COMPUTAÇÃO, A AMPUTAÇÃO!
VOCÊ ESTÁ LOUCO!
DESCULPE-ME... VOU ARRUMAR ALGO MELHOR PARA AS MÃOS...
VOU LAVAR O LOBO...
VOU AFIAR AS PEDRAS...
COMO OS OUTROS ANIMAIS, OS HUMANOS, INICIALMENTE, SÓ PODIAM GUARDAR INFORMAÇÕES NO CÉREBRO, QUE TINHA CAPACIDADE LIMITADA (E AINDA TEM!!!). ASSIM, OS HUMANOS INVENTARAM DISPOSITIVOS EXTERNOS PARA ARMAZENAR AS INFORMAÇÕES.
OS MAIS ANTIGOS EXEMPLOS CONHECIDOS DATAM DE 20 000 ANOS ATRÁS, COMO ESTE OSSO ENTALHADO, USADO, APARENTEMENTE, PARA A CONTAGEM DOS DIAS DO MÊS.
AGORA POSSO CONTROLAR MEU ARMAZENAMENTO INTERNO!

MAIS OU MENOS NA MESMA ÉPOCA, OS HABITANTES DAS CAVERNAS COMEÇARAM, TAMBÉM, A ARMAZENAR OUTRO TIPO DE INFORMAÇÃO: PINTAVAM ANIMAIS REAIS NAS PAREDES DAS CAVERNAS – E NINGUÉM ATÉ HOJE SABE POR QUÊ!

ALGUNS MILHARES DE ANOS MAIS TARDE, OS SUMÉRIOS INVENTARAM UM SISTEMA QUE REPRESENTAVA SUA ***LINGUAGEM INTEIRAMENTE*** ATRAVÉS DE DESENHOS:

VAMOS CHAMÁ-LA DE "VISO-LÍNGUA"!

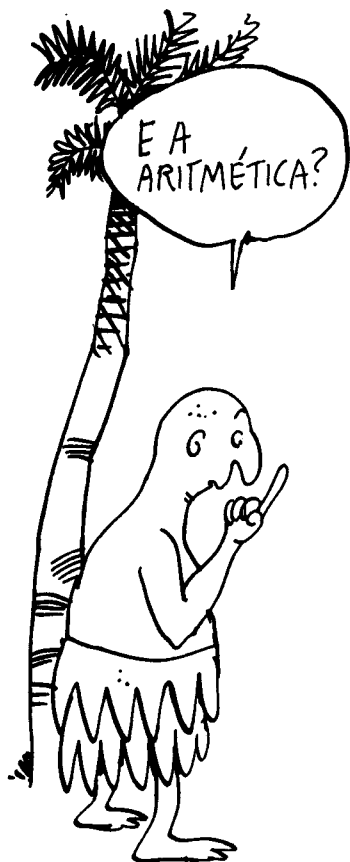
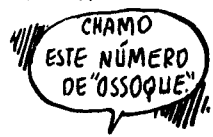
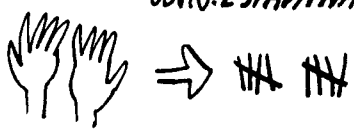
E ASSIM NASCEU A ESCRITA!

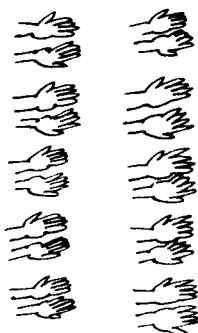
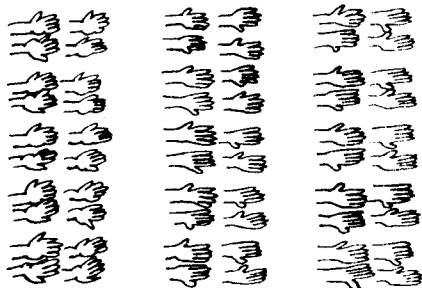
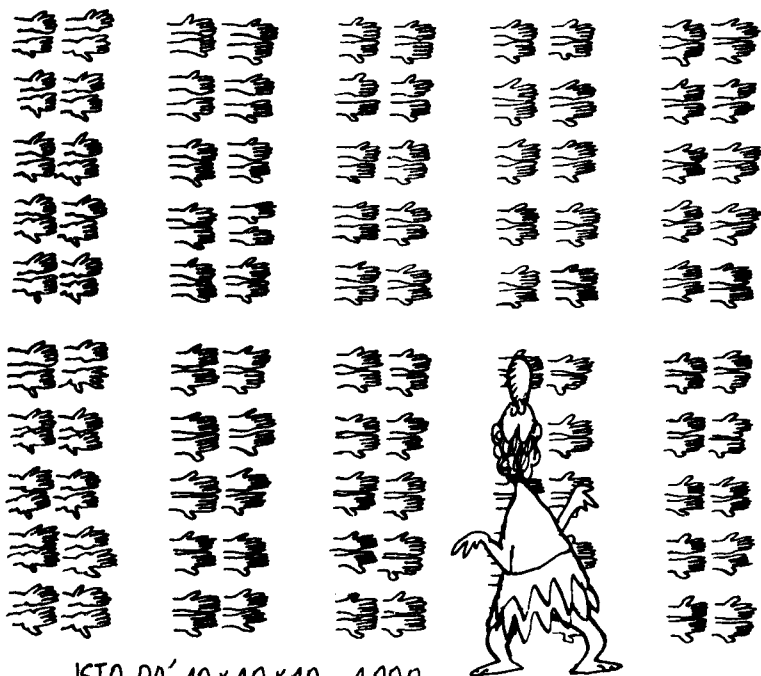
ATÉ QUE ALGUÉM CONSIGA MELHORAR A LINGUAGEM EM SI, A ESCRITA CONTINUARÁ SENDO A FORMA MAIS BÁSICA DE ARMAZENAMENTO DE INFORMAÇÃO. É PRATICAMENTE UNIVERSAL. NO MUNDO INTEIRO, TENTOU-SE INVENTAR SISTEMAS QUE CODIFICASSEM A LINGUAGEM FALADA. E, CERTAMENTE, AS TÉCNICAS VARIAVAM DE LUGAR PARA LUGAR...

OS SUMÉRIOS ESCREVERAM EM PLACAS DE ARGILA, ENQUANTO OS EGÍPCIOS USARAM PAPIRO.

A ESCRITA CHINESA COMEÇOU COM MENSAGENS AOS DEUSES, GRAVADAS NOS CASCOS DE TARTARUGAS.

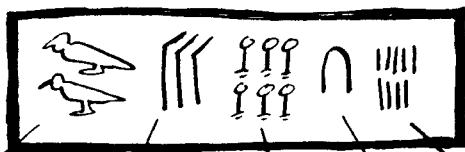
OS INCAS USAVAM UM SISTEMA DE FIOS COM NÓS (QUIPOS).

VOLTAREMOS A ESSE ASSUNTO OPORTUNAMENTE...!

TODAS AS CIVILIZAÇÕES PRIMITIVAS DISPUNHAM DE MEIOS DE REPRESENTAÇÃO DE NÚMEROS QUE ERAM AVANÇADÍSSIMOS EM RELAÇÃO AO OSSO ENTALHADO, DA IDADE DA PEDRA, NO QUAL CADA NÚMERO ERA SIMPLESMENTE REPRESENTADO EMPILHANDO 1'S. NADA PRÁTICO...

ENTRE A IDADE DO OSSO ENTALHADO E A CIVILIZAÇÃO ATUAL, AS PESSOAS ACABARAM SE ACOSTUMANDO A CONTAR OS OBJETOS DE **5** EM **5** OU DE **10** EM **10** – POR UM MOTIVO ÓBVIO: ***ESTAVA NA MÃO***.

CHAMEMOS ENTÃO DEZ DE UMA "MÃO-CHEIA" E FAÇAMOS ALGUNS CÁLCULOS. INICIALMENTE TERÍAMOS NÚMEROS DO TIPO "DUAS MÃOS-CHEIAS E TRÊS."

APÓS ALGUM TEMPO, PASSARÍAMOS A TER UMA MÃO-CHEIA DE MÃOS-CHEIAS (DEZ DEZENAS OU UMA CENTENA).

E ENTÃO — UMA MÃO-CHEIA DE MÃOS-CHEIAS DE MÃOS-CHEIAS.

ISTO DÁ 10×10×10 = 1000.

VÊM A SEGUIR:
DEZ MIL...
CEM MIL...
MIL MIL...
DEZ MIL MIL...
CADA UM DOS QUAIS É
UMA ***MÃO-CHEIA***
DO ANTERIOR!

Os povos antigos descobriram dois modos básicos de representar isso tudo:

UM DELES, O SISTEMA EGÍPCIO, USAVA UM SÍMBOLO DIFERENTE PARA CADA NOVA MÃO-CHEIA.

DEPOIS, ERA SÓ EMPILHAR:

DUAS CENTENAS DE MILHAR — TRES DEZENAS DE MILHAR — SEIS MILHARES — UMA DEZENA — NOVE UNIDADES

OU 236,019

ALÉM DE UM CERTO CHARME NA REPRESENTAÇÃO GRÁFICA, ESTES NÚMEROS SÃO FÁCEIS DE LER, UMA VEZ QUE VOCÊ ESTEJA ACOSTUMADO COM ELES (DA MESMA FORMA QUE "3 BILHÕES" É MAIS RÁPIDO DE LER DO QUE 3.000.000.000).

POR OUTRO LADO, OS CHINESES USAVAM A ***POSIÇÃO*** DOS NÚMEROS PARA INDICAR SEU VALOR. PRIMEIRAMENTE, CONTAVAM DE UM A NOVE:

DE ONDE (POR EXEMPLO):

DUAS CENTENAS DE MILHAR — TRÊS DEZENAS DE MILHAR — SEIS MILHARES — UMA DEZENA — NOVE UNIDADES

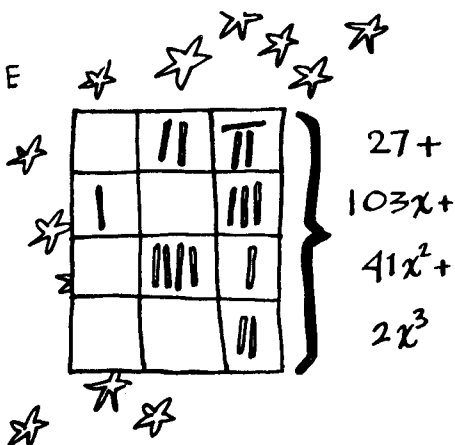
OU 236,019.

EXCETO PELOS NUMERAIS, UM TANTO QUANTO ESTRANHOS, ESTE SISTEMA É QUASE O MESMO QUE O NOSSO.

A ÚNICA DIFERENÇA É QUE NÃO EXISTIA NENHUM SÍMBOLO PARA O ZERO. OS CHINESES SIMPLESMENTE DEIXAVAM O ESPAÇO EM BRANCO.

NA PRÁTICA, ISTO DAVA MUITO MENOS PROBLEMAS DO QUE SE POSSA IMAGINAR, JÁ QUE OS CHINESES NÃO FAZIAM SEUS CÁLCULOS NO PAPEL!!!

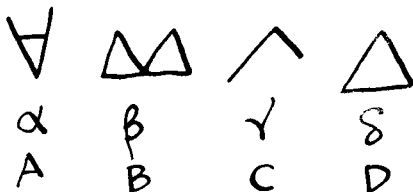
O SISTEMA CHINÊS BASEAVA-SE NO CÁLCULO COM PALITOS. UMA PILHA DE PALITOS GUARDAVA O REGISTRO DAS UNIDADES, OUTRA PILHA DAS DEZENAS ETC... DENTRE OUTRAS COISAS, ISTO AJUDAVA A MANTER O NÚMERO DE PALITOS DENTRO DO RAZOÁVEL.
CONTE EM DEZENAS, POUPE UMA ÁRVORE!
A REPRESENTAÇÃO DESTES NÚMEROS ERA SIMPLESMENTE UMA CÓPIA DAS FIGURAS FEITAS COM OS PALITOS.

INICIALMENTE, OS PALITOS ERAM BEM COMPRIDOS, MAS COM O APRIMORAMENTO DO MÉTODO, OS PALITOS FORAM REDUZIDOS PARA SEREM USADOS NUM TABULEIRO.
CADA QUADRADO SIGNIFICA ZERO.
62,014
+ 74,168
136,182

A ESTA TÉCNICA FOI DADO O NOME PITORESCO DE "MÉTODO DO ELEMENTO CELESTIAL".

APÓS TOMAREM EMPRESTADO O PROJETO, OS JAPONESES USARAM-NO PARA CALCULAR π (PI) COM ATÉ 50 CASAS DECIMAIS. ATRIBUI-SE A UM CERTO MATEMÁTICO JAPONÊS A CONSTRUÇÃO DE UM "SWAN-PAN" TIPO "MAINFRAME" DO TAMANHO DE UM SALÃO.

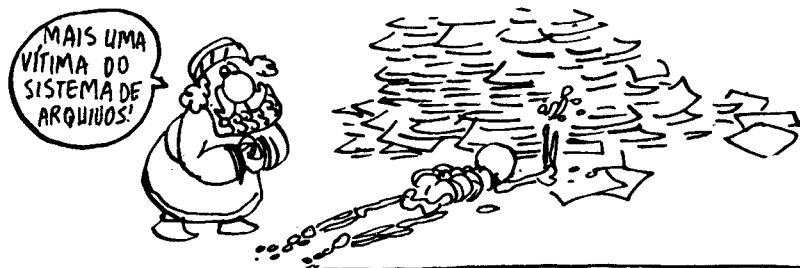
GAA! UM BUG!*

* N.T. BUG É DEFEITO EM COMPUTADOR OU PROGRAMA MAS É TAMBÉM UM INSETO.

ENTREMENTES, LÁ PELOS LADOS DO MEDITERRÂNEO, SURGIRAM DUAS GRANDES INVENÇÕES:
O ALFABETO E O ÁBACO.
O ALFABETO TORNOU-SE UMA DAS MAIORES INVENÇÕES NA HISTÓRIA DA INFORMAÇÃO.
α β γ δ
A B C D
Antes
DO ALFABETO, ERA NECESSÁRIO UM SÍMBOLO PARA CADA PALAVRA (OU CADA SÍLABA, EM ALGUNS CASOS). PARA SE APRENDER A ESCREVER, ERA NECESSÁRIO MEMORIZAR MILHARES DE SÍMBOLOS.
NÓS, CHINESES, AINDA NOS SENTIMOS ENCILHADOS PELOS PICTOGRAMAS!
Após
DECOMPOR A LINGUAGEM EM UNIDADES MAIS BÁSICAS, O NÚMERO DE SÍMBOLOS ACABOU SENDO REDUZIDO A MENOS DE 30. ASSIM, QUALQUER IDIOTA PODE APRENDER A LER.
AO PASSO QUE, ANTERIORMENTE, SÓ OS IDIOTAS SEM OCUPAÇÃO PODIAM APRENDER.

HÁ, AINDA, UMA VANTAGEM MENOS ÓBVIA DO ALFABETO MAS, DE MANEIRA ALGUMA, MENOS IMPORTANTE:

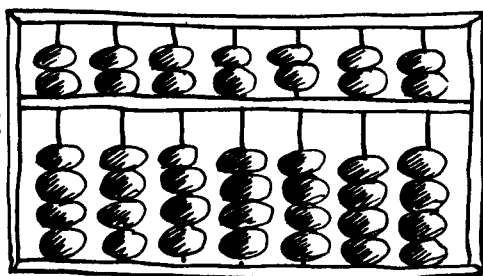
a ordenação alfabética.

NA PÁGINA 22 MENCIONAMOS O PROBLEMA DE COMO ***RECUPERAR*** A INFORMAÇÃO QUE FOI ARMAZENADA, LEMBRA-SE?

COM MILHARES DE PICTOGRAMAS, QUALQUER SISTEMA DE ARQUIVOS FICARIA COMPLICADO, MAS, DADA UMA ORDEM ALFABÉTICA, PODE-SE ORDENAR AS PALAVRAS, TAMBÉM. IMAGINE SÓ UMA LISTA TELEFÔNICA, OU ATÉ UMA BIBLIOTECA, SEM ORDENAÇÃO ALFABÉTICA!

OS COMPUTADORES EMPREGAM GRANDE PARTE DO SEU TEMPO COLOCANDO AS COISAS EM ORDEM!

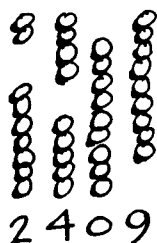
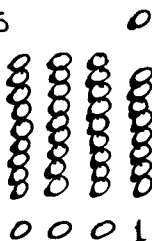
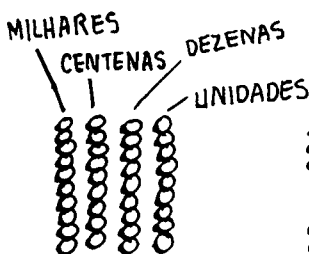
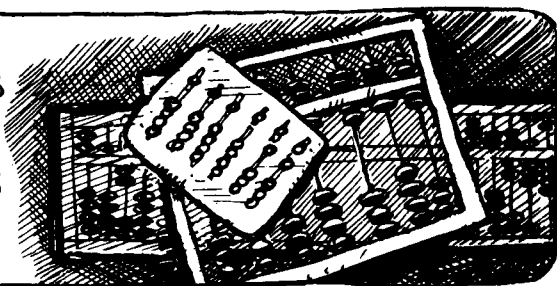
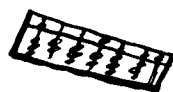
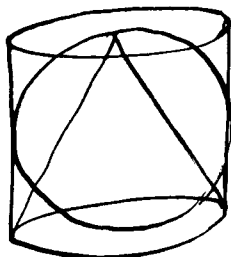
O ÁBACO, PRODUZIDO ORIGINARIAMENTE NO ORIENTE MÉDIO, É UM CALCULADOR DECIMAL OPERADO MANUALMENTE.

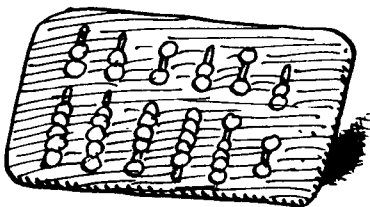
O QUE ELE FAZ?

TIRA O EMPREGO DOS ESCRIBAS...

COMO O ALFABETO, O ÁBACO ERA SIMPLES, SISTEMÁTICO E RÁPIDO. NA SUA FORMA MAIS SIMPLES, O ÁBACO ERA FEITO DE ALGUMAS FILEIRAS DE BOLINHAS. UMA BOLINHA EM UMA DADA COLUNA VALE DEZ BOLINHAS NA COLUNA IMEDIATAMENTE À SUA DIREITA. E OS NÚMEROS SÃO "DIGITADOS" EMPURRANDO-SE AS BOLINHAS PARA CIMA.

MILHARES
CENTENAS
DEZENAS
UNIDADES

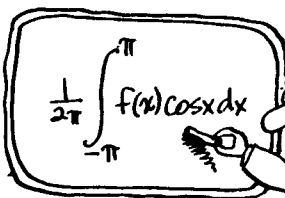
0001

2409

O ÁBACO TEM PASSADO POR INÚMERAS REENCARNAÇÕES E TEM SIDO USADO EM QUASE TODAS AS PARTES DO VELHO MUNDO.

SABEMOS, ATRAVÉS DE GRAVURAS, QUE OS ANTIGOS GREGOS TINHAM O ÁBACO, MAS SEUS MATEMÁTICOS NUNCA O ESTUDARAM. (OS INTELECTUAIS GREGOS DESPREZAVAM O TRABALHO MANUAL...)

TALVEZ SEJA POR ISSO QUE OS MATEMÁTICOS GREGOS CONCENTRAVAM-SE NA GEOMETRIA...

Os Romanos

TAMBÉM USAVAM ÁBACO.
O DELES CONSISTIA DE
BOLINHAS DE MÁRMORE
QUE DESLIZAVAM NUMA
PLACA DE BRONZE,
CHEIA DE SULCOS.

...ISTO GEROU ALGUNS TERMOS MATEMÁTICOS:

EM LATIM,

CALX

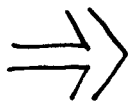
SIGNIFICAVA
MÁRMORE...
ASSIM,

CALCULUS

ERA UMA BOLINHA
DO ÁBACO...
E, FAZER CÁLCULOS
ARITMÉTICOS, ERA

CALCULARE.

SÓ QUE
OS ROMANOS
NÃO CALCULAVAM
EM ALGARISMOS
ROMANOS!!

E CAIU...
ROMA FOI SAQUEADA...
O CRISTIANISMO RESSURGIU DAS CINZAS...
O CONHECIMENTO CLÁSSICO DESAPARECEU NO OCIDENTE... E SOMENTE ALGUNS PROBLEMAS MATEMÁTICOS MANTIVERAM SUA LEGITIMIDADE, COMO CALCULAR O DIA DA PÁSCOA, OU, AINDA, QUANTOS ANJOS CABIAM NA CABEÇA DE UM ALFINETE...

SEIS! CONTE-OS VOCÊ MESMO!

EMBORA OS POVOS ANTIGOS DISPUSESSEM DE MEIOS PARA ***ESCREVER*** NÚMEROS, OS CÁLCULOS ERAM RARAMENTE ESCRITOS.

ISSO NÃO É FÁCIL DE ACEITAR PARA NÓS, QUE CRESCEMOS COM LÁPIS E PAPEL NAS MÃOS.

PORTANTO, DA PRÓXIMA VEZ QUE VOCÊ OUVIR ALGUÉM RECLAMAR QUE AS ***CALCULADORAS*** ESTÃO ACABANDO COM A ARITMÉTICA...

COMO PODEMOS LEMBRAR DAS TABUADAS?

...RESPONDA QUE AS PESSOAS SOBREVIVERAM COM CALCULADORAS POR MAIS DE 4000 ANOS!!

Muito barulho pelo Nada

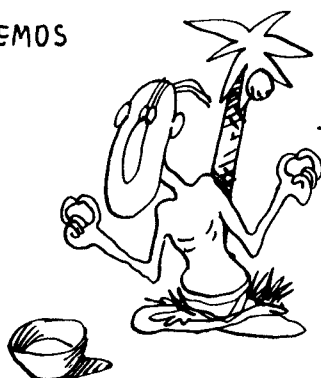
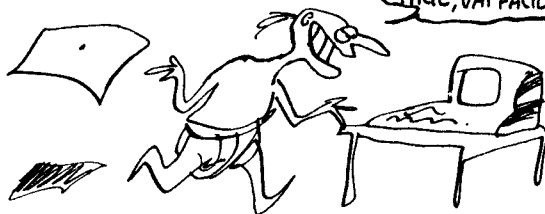
Até onde o cálculo remonta, a idade do papel iniciou-se na *Índia*, ao redor de **650 A.D.**

Os hindus já haviam descoberto um modo de produzir papel (de baixa qualidade) a partir de folhas de palmeiras, e seus matemáticos inventaram um jeito de usá-lo...

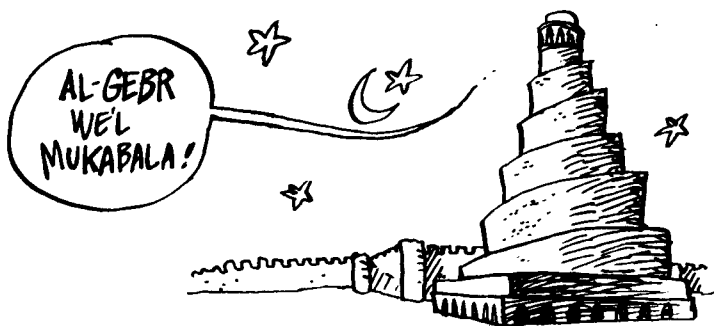
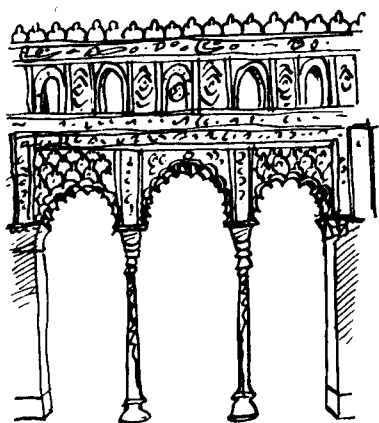
PARA TAL, INVENTARAM UM SÍMBOLO PARA O *ZERO!*

OS EQUIVALENTES MECÂNICOS DO ZERO JÁ ESTAVAM EM USO, COMO AS BOLINHAS DOS ÁBACOS QUE PERMANECIAM ABAIXADAS. É REALMENTE IMPOSSÍVEL CALCULAR SEM ALGUM TIPO DE ZERO!

POR QUE NINGUÉM TERIA PENSADO EM COLOCÁ-LO NA ESCRITA ANTES? TALVEZ PORQUE A ESCRITA FOSSE A REPRESENTAÇÃO DA LINGUAGEM FALADA, SE BEM QUE NINGUÉM DIZ—

MAS, POR ALGUM MOTIVO, OS HINDUS INVENTARAM UM ZERO ESCRITO!

E ASSIM INICIOU-SE A ***ERA DO LÁPIS E PAPEL***, NESSES MEROS 1300 ANOS ATRÁS — CURTO ESPAÇO, COMPARADO COM A ERA DOS CALCULADORES!!

A MATEMÁTICA HINDU FOI LEVADA PELOS **ÁRABES**, QUE A ESPALHARAM PELO OCIDENTE, ATÉ A ESPANHA.

FAÇAM SUAS LIÇÕES!

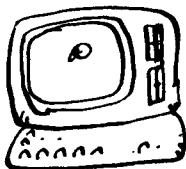
LÁ PELO ANO 830, UM ESTUDIOSO PERSA ESCREVEU O LIVRO DEFINITIVO SOBRE O ASSUNTO. SEU NOME ERA MOHAMMED IBN MUSA ABU DJEFAR, MAIS CONHECIDO POR **AL-KHWARISMI**. DO QUE O LIVRO TRATAVA?

OU **ÁLGEBRA**, PARA ENCURTAR.

AO REDOR DO ANO 1100, A CIVILIZAÇÃO MUÇULMANA HAVIA ATINGIDO TAL ESPLENDOR QUE OS EUROPEUS COMEÇAVAM A IMAGINAR...

ALGUNS INFIÉIS INTRÉPIDOS FORAM VIVER ENTRE OS ÁRABES, APRENDERAM SUA LÍNGUA, INFILTRARAM-SE NAS UNIVERSIDADES E TRADUZIRAM SEUS CLÁSSICOS PARA O LATIM.

NO LIVRO DE AL-KHWARISMI ENCONTRARAM OS ALGARISMOS HINDUS.

APÓS SER USADO REPETIDAMENTE, O NOME DO MATEMÁTICO ACABOU-SE TRANSFORMANDO EM

ALGARISMO –

QUE É A REPRESENTAÇÃO NUMÉRICA NA QUAL ESTÁ BASEADO NOSSO, SISTEMA DE CÁLCULOS.

E DO MESMO RADICAL VEM:

ALGORITMO,

PALAVRA USADA EM COMPUTAÇÃO, QUE EXPLORAREMOS ADIANTE...

E TODOS CONCORDAVAM QUE ERA UM PÉ DECORAR A TABUADA...

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	1	2	3	4	5	6	7	8	9
2		4	6	8	10	12	14	16	18
3			9	12	15	18	21	24	27
4				16	20	24	28	32	36
5					25	30	35	40	45
6						36	42	48	54
7							49	56	63
8								64	72
9									81

EM TROCA, OS CHINESES PEGARAM O

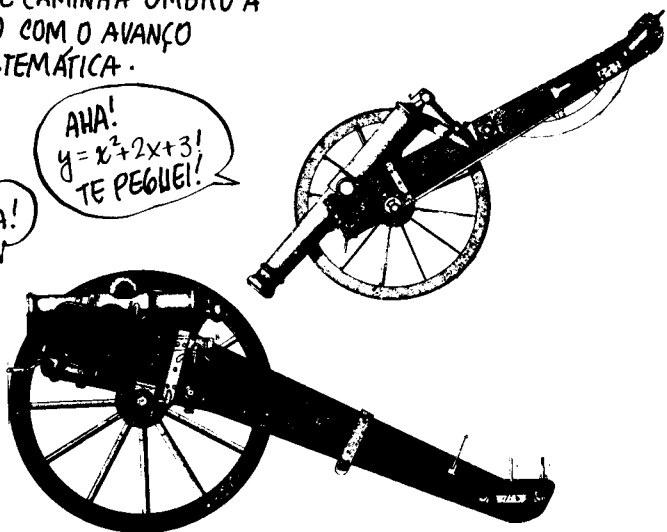
ÁBACO

E TRANSFORMARAM-NO EM SUA CALCULADORA Nº 1 · DA CHINA, O USO DO ÁBACO ESTENDEU-SE ATÉ O JAPÃO ONDE — SERÁ QUE É PRECISO DIZER? — O PROJETO FOI APERFEIÇOADO!

MAS... VOLTANDO AOS ALGARISMOS...

ENQUANTO OS ESTUDIOSOS EUROPEUS TRADUZIAM CLÁSSICOS NAS BIBLIOTECAS ÁRABES, OS **CRUZADOS** FAZIAM O IMPOSSÍVEL PARA DESTRUIR A CIVILIZAÇÃO ISLÂMICA.

ESTA AÇÃO COMBINADA, AGINDO NA TRADUÇÃO E NA DESTRUIÇÃO, LEVOU AO AUMENTO DO PODER E DO CONHECIMENTO EUROPEU, ABRINDO UMA NOVA ERA:

A RENASCENÇA.

NO SÉCULO XVI, ***NICCOLO TARTAGLIA*** (1499 — 1559) EQUACIONOU A TRAJETÓRIA DE PROJÉTEIS (PROBLEMA IMPORTANTE NA HISTÓRIA MAIS ATUAL DOS COMPUTADORES, COMO VEREMOS ADIANTE).

QUASE UM SÉCULO DEPOIS, ***ISAAC NEWTON*** REUNIU AS TRAJETÓRIAS DE PROJÉTEIS E MOVIMENTOS DOS PLANETAS NA ***TEORIA GRAVITACIONAL***, UMA DAS GLÓRIAS QUE COROOU A ERA DO LÁPIS E PAPEL.

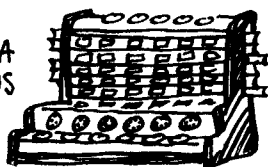
NO ENTANTO, ESTA TEORIA ACABOU POR INTRODUZIR ALGUNS HORRORES NA COMPUTAÇÃO...

O PIOR DELES FOI O PROBLEMA DOS TRÊS CORPOS, QUE REQUER A DESCRIÇÃO MATEMÁTICA DOS MOVIMENTOS DE TRÊS CORPOS — O SOL, A TERRA E A LUA, POR EXEMPLO — INTERAGINDO SOB A AÇÃO DA GRAVIDADE. A SOLUÇÃO ACABA SEMPRE SENDO INCRIVELMENTE DIFÍCIL E ENFADONHA!
ESTAMOS CHEGANDO AO FIM DO PAPEL!
ASSIM, UM GRANDE NÚMERO DE CIENTISTAS COMEÇOU A PENSAR EM FAZER ESTES CÁLCULOS ATRAVÉS DE ALGUMA MÁQUINA...

John NAPIER (1550-1617), UM ESCOCÊS MEIO MALUCO, FAMOSO PELOS LOGARITMOS, INVENTOU OS CHAMADOS "*OSSOS DE NAPIER*."

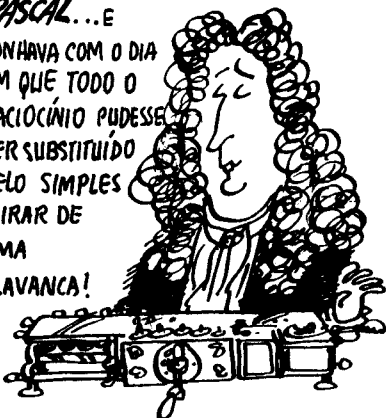
QUE ERAM, SIMPLESMENTE, TABELAS DE MULTIPLICAÇÃO GRAVADAS EM BASTÕES.

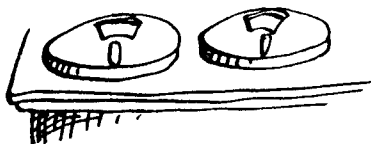
A PRIMEIRA MÁQUINA DE VERDADE FOI CONSTRUÍDA POR Wilhelm SCHICKARD (1592-1635).

FAZIA SOMA, SUBTRAÇÃO, MULTIPLICAÇÃO E DIVISÃO... MAS FOI PERDIDA DURANTE A GUERRA DOS TRINTA ANOS. O PRÓPRIO SCHICKARD MORREU DE UMA PESTE E NÃO PÔDE DEFENDER SUA PRIMAZIA. ASSIM...

ATRIBUI-SE, GERALMENTE, A Blaise PASCAL (1623-1662), A CONSTRUÇÃO DA PRIMEIRA CALCULADORA.

SUA "PASCALINE" SOMENTE FAZIA SOMAS E SUBTRAÇÕES.

Gottfried Wilhelm LEIBNIZ (1646-1716) APRIMOROU UM BOCADO O PROJETO DE *PASCAL*... E

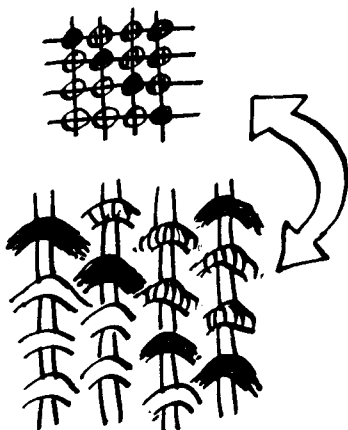
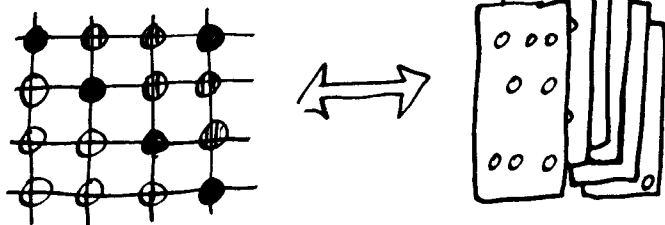
SONHAVA COM O DIA EM QUE TODO O RACIOCÍNIO PUDESSE SER SUBSTITUÍDO PELO SIMPLES GIRAR DE UMA ALAVANCA!

DURANTE O SÉCULO XVIII MAIS MÁQUINAS FORAM CONSTRUÍDAS MAS TODAS ESTAVAM LONGE DE SER UM COMPUTADOR DE USO GERAL.

POR EXEMPLO: EM TODAS ELAS, O USUÁRIO ENTRAVA COM OS NÚMEROS GIRANDO UMA SÉRIE DE BOTÕES E RODAS...

...E ENTÃO GIRAVA A ALAVANCA APROPRIADA PARA SOMAR OU MULTIPLICAR.

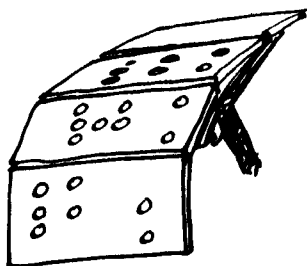
A ENTRADA CONSISTIA SOMENTE DE NÚMEROS A SEREM COMBINADOS.

COMO ACABARÁ LOGO SE TORNANDO CLARO, UM COMPUTADOR DE USO GERAL DEVE SER CAPAZ DE FAZER MAIS: DEVE LER INSTRUÇÕES A RESPEITO DO QUE DEVERÁ FAZER COM ESSES NÚMEROS!!!

A ORIGEM DESTA IDÉIA NÃO SAIU DE UM LABORATÓRIO OU DO ESTUDO DE ALGUM CIENTISTA, MAS DAS FÁBRICAS ENFUMAÇADAS DA

VOCÊ PODE NUNCA TER PENSADO NA ***MÁQUINA DE TECER*** COMO UM PROCESSADOR DE INFORMAÇÕES, MAS ELA TRANSFORMA UM DESENHO ABSTRATO NUM PADRÃO DE CORES, CRIADO ATRAVÉS DE VOLTAS COM CADA FIO COLORIDO, NO LUGAR APROPRIADO.

EM MEADOS DO SÉCULO XVIII, FOI INVENTADO UM SISTEMA QUE REPRESENTAVA ESTES PADRÕES EM CARTÕES PERFURADOS.

ATRAVÉS DE UM TEAR MANUAL ULTRAPASSADO, O TECELÃO LIA OS CARTÕES, ATÉ QUE EM 1801

JOSEPH MARIE JACQUARD

INVENTOU UM TEAR MECÂNICO COM UMA LEITORA DE CARTÕES AUTOMÁTICA.

ENTRAVAM OS CARTÕES, SAÍA O TECIDO...

A MÁQUINA DE JACQUARD TRABALHAVA TÃO BEM QUE MILHARES DE TECELÕES DESEMPREGADOS SE REVOLTARAM E QUASE MATARAM O INVENTOR.

A IDÉIA DE JACQUARD ATRAVESSOU O CANAL ATÉ A INGLATERRA, ONDE PRODUZIU UMA REAÇÃO EM CADEIA NOS MIOLOS DE

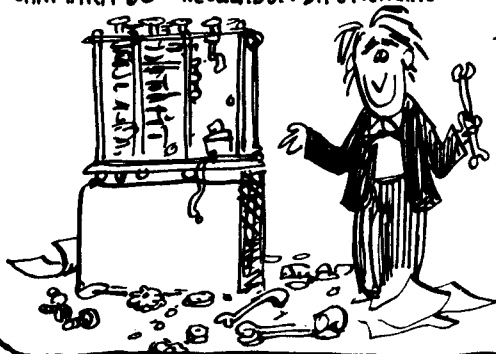
CHARLES BABBAGE

(1792-1871),

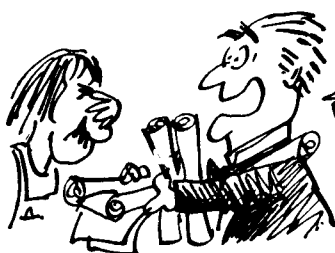
QUE FICOU CONHECIDO COMO O "*PAI DO COMPUTADOR.*"

POR JÚPITER!

NÃO SOMOS NADA PARECIDOS!

POR VÁRIOS ANOS, BABBAGE, UM PROFESSOR DE MATEMÁTICA DE CAMBRIDGE, TRABALHARA NO DESENVOLVIMENTO DE UMA GRANDE CALCULADORA MECÂNICA QUE ELE CHAMARA DE "CALCULADOR DIFERENCIAL".

MEU QUEBRA-CABEÇAS PARTICULAR...

ELE PODERIA CALCULAR TABELAS MATEMÁTICAS, SE SEU INVENTOR TIVESSE SIDO CAPAZ DE TERMINÁ-LO.

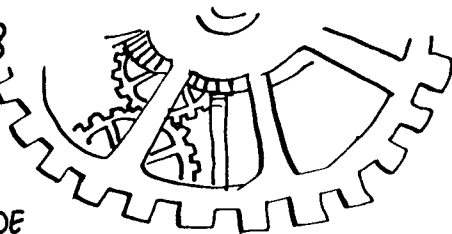
ELE CONTRATOU UM MECÂNICO-CHEFE E PÔS-SE A TRABALHAR... MAS BABBAGE NÃO PODIA RESISTIR À TENTAÇÃO DE INOVAÇÕES ADICIONAIS, NO MEIO DA PRODUÇÃO!

JÓIA! BOA, AMIGÃO!!! AGORA, TENTE NOVAMENTE, DE ACORDO COM ESTAS NOVAS ESPECIFICAÇÕES!

ENTREMENTES, SUA MENTE SUPERATIVA CONTINUAVA A BOLAR NOVOS PROJETOS: TABELAS DE SEGURO DE VIDA, SINAIS LUMINOSOS, CORTADOR DE VIDRO E ATÉ MESMO VULCÕES (ELE ENTROU NUM VULCÃO EM ATIVIDADE!!)

E ASSIM AS COISAS PERMANECERAM, ATÉ QUE OS CARTÕES PERFURADOS DE JACQUARD CAUSARAM UMA NOVA REVOLUÇÃO NO CÉREBRO DE BABBAGE, UMA MÁQUINA QUE ELE CHAMOU DE:

PELO FATO DELE LEMBRAR TÃO BEM UM COMPUTADOR, VAMOS DAR UMA OLHADA COM MAIS DETALHES NO CALCULADOR ANALÍTICO, COMO BABBAGE O IMAGINOU. ENTRE SEUS COMPONENTES ESTAVA

O MOINHO:

UMA RODA DENTADA, NO CORAÇÃO DA MÁQUINA, QUE SERIA UMA ENORME MASTIGADORA DE NÚMEROS, UMA MÁQUINA DE SOMAR COM A PRECISÃO DE 50 CASAS DECIMAIS.

ISTO É, OS CARTÕES PERFURADOS TRANSPORTAVAM NÃO SÓ OS NÚMEROS MAS O PADRÃO DE MOAGEM TAMBÉM!

PORTANTO, A MÁQUINA PRECISARIA DE UM DISPOSITIVO DE *ENTRADA* PARA LER OS CARTÕES.

E, FINALMENTE, A

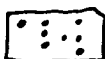
SAÍDA:

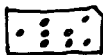
BABBAGE DESENHOU A PRIMEIRA MÁQUINA AUTOMÁTICA DE IMPRESSÃO PARA MOSTRAR O RESULTADO DOS CÁLCULOS.

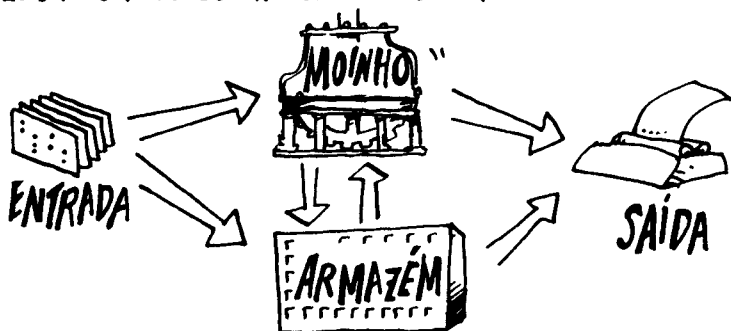
UM DESSES CARTÕES PERFURADOS PODERIA TER UMA DAS SEGUINTES FUNÇÕES:

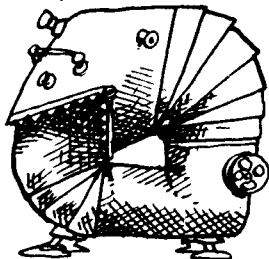
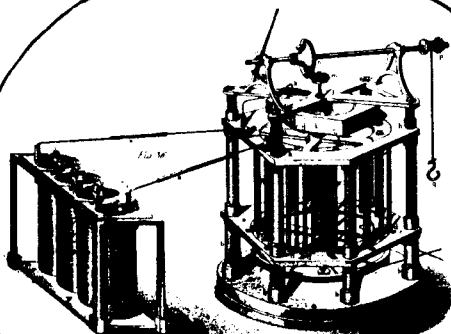
ENTRAR COM UM NÚMERO NO ARMAZÉM

ENTRAR COM UM NÚMERO NO MOINHO

MOVER UM NÚMERO DO MOINHO PARA O ARMAZÉM

MOVER UM NÚMERO DO ARMAZÉM PARA O MOINHO

COMANDAR O MOINHO PARA EFETUAR UMA OPERAÇÃO

SAIR COM UM NÚMERO

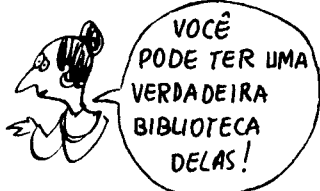
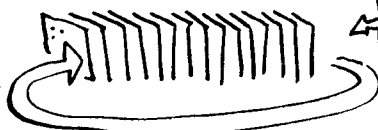
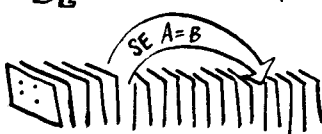
TUDO ISSO PODE SER RESUMIDO NO ESQUEMA:

EM PARTICULAR, UM RESULTADO DO MOINHO PODERIA SER ARMAZENADO PARA REFERÊNCIA FUTURA, RETORNANDO AO MOINHO QUANDO PRECISO.

COMO BABBAGE AFIRMAVA, O CALCULADOR ANALÍTICO PODIA "MORDER O RABO"! MUITO FLEXÍVEL!

ATÉ ENTÃO, ESTAS IDÉIAS NÃO HAVIAM SAÍDO DO PAPEL. ASSIM, BABBAGE COMEÇOU A PROCURAR AS "BOAS ALMAS" QUE PUDESSEM AJUDÁ-LO A PÔR SEU PLANO EM AÇÃO.

A QUE MAIS SE CONDOEU FOI:

ADA AUGUSTA,

LADY LOVELACE, FILHA DO POETA LORD BYRON E QUE ERA MATEMÁTICA AMADORA ENTUSIASTA. SE CHARLES BABBAGE É O PAI DOS COMPUTADORES, ADA LOVELACE É A MÃE!!

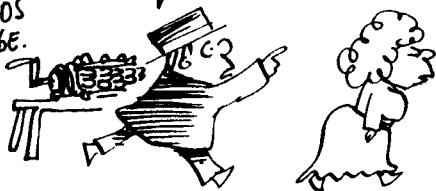
ADA TORNOU-SE A PRIMEIRA **PROGRAMADORA:** ESCREVEU VERDADEIRAS SÉRIES DE INSTRUÇÕES PARA O CALCULADOR ANALÍTICO...

ADA INVENTOU A **SUB-ROTINA**: UMA SEQÜÊNCIA DE INSTRUÇÕES QUE PODE SER USADA VÁRIAS E VÁRIAS VEZES EM MUITOS CONTEXTOS.

ELA DESCOBRIU O VALOR DOS **LOOPS**: DEVERIA HAVER UMA INSTRUÇÃO QUE RETORNASSE A LEITORA DE CARTÃO A UM CARTÃO ESPECÍFICO, DE MODO QUE A SEQÜÊNCIA PUDESSE TER SUA EXECUÇÃO REPETIDA.

E SONHAVA COM O **SALTO CONDICIONAL**: A LEITORA DE CARTÃO PODERIA "SALTAR" PARA UM OUTRO CARTÃO **SE** ALGUMA CONDIÇÃO FOSSE SATISFEITA.

NADA MAL PARA UMA MÁQUINA QUE NUNCA EXISTIU... O GOVERNO SE RECUSOU A APOIAR O PROJETO EM VISTA DO PASSADO DE BABBAGE COM O CALCULADOR DIFERENCIAL.

DESESPERADO ATRÁS DE FINANCIAMENTO, BABBAGE BOLOU UMA FÓRMULA CIENTÍFICA PARA ACERTAR OS CAVALOS GANHADORES DAS CORRIDAS — E ACABOU COM A FORTUNA DE ADA.

A HISTÓRIA TEVE UM FINAL TRISTE: ADA MORREU AINDA JOVEM... E BABBAGE NUNCA CONSEGUIU ACABAR O CALCULADOR ANALÍTICO, QUE SE TORNOU O PRIMEIRO EXEMPLO DA:

ENTREMENTES, AS COISAS SEGUIAM DOIS CAMINHOS:

DE UM LADO, AS CALCULADORAS MECÂNICAS: VÁRIOS ENGENHEIROS CONSTRUÍRAM CALCULADORES DIFERENCIAIS INSPIRADOS NA MÁQUINA DE BABBAGE. POR UM MOTIVO OU OUTRO, NUNCA PEGARAM...

...EMBORA AS MÁQUINAS DE SOMAR DE MESA E CAIXAS REGISTRADORAS REALMENTE ACABASSEM POR SE TORNAR ACESSÓRIOS INDISPENSÁVEIS NOS NEGÓCIOS.

POR OUTRO LADO, APARECIAM AS MÁQUINAS PERFURADORAS DE CARTÕES, COMEÇANDO COM AS TABULADORAS DE CENSO, CRIADAS POR

HERMAN HOLLERITH (1860-1929).

DA MESMA FORMA QUE BABBAGE, HOLLERITH SE INSPIROU NO TEAR DE JACQUARD E INVENTOU UMA MÁQUINA EXCLUSIVAMENTE PARA ACUMULAR E CLASSIFICAR INFORMAÇÃO.

JÁ QUE ERA UMA TAREFA INÉDITA PARA UMA MÁQUINA — E O TIPO PARA O QUAL, IDEALMENTE, SERVE O COMPUTADOR — MELHOR A EXAMINARMOS MAIS DE PERTO.

NAQUELA ÉPOCA (E HOJE TAMBÉM), O CENSO CONSISTIA DE UMA SÉRIE DE PERGUNTAS DE MÚLTIPLA ESCOLHA...

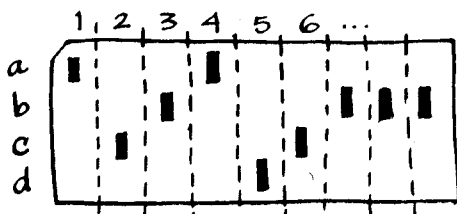
ATRAVÉS DISSO, DESEJAVA-SE SABER:

O NÚMERO TOTAL DE CIDADÃOS...

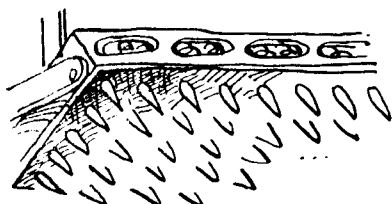
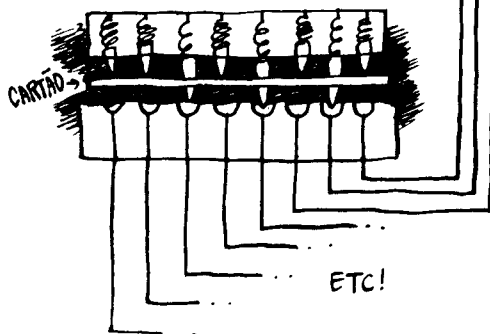
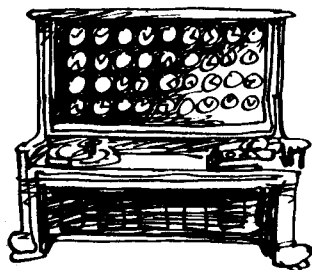
QUANTOS TINHAM DE 0 A 2 FILHOS...

QUANTOS ERAM HINDUS MILITANTES... ETC!

DA MESMA FORMA QUE:

HOLLERITH PROPÔS, ENTÃO, COLOCAR AS RESPOSTAS DE CADA PESSOA NUM SIMPLES CARTÃO PERFURADO, DO TAMANHO DE UMA NOTA ANTIGA DE UM DÓLAR

SIMPLIFICANDO, CADA COLUNA REPRESENTAVA UMA PERGUNTA. O FURO EM DETERMINADA COLUNA REPRESENTAVA A RESPOSTA ÀQUELA PERGUNTA.

ESTE CARTÃO MOSTRA AS RESPOSTAS: 1-a, 2-c, 3-b, 4-a, 5-d ETC...

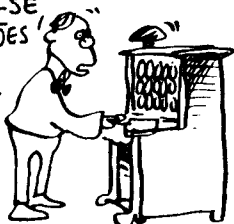
OS CARTÕES ERAM "LIDOS" POR UM DISPOSITIVO QUE CONSISTIA DE UMA TÁBUA DE PEQUENOS PINOS MONTADOS SOBRE MOLAS E QUE CONDUZIAM ELETRICIDADE.

QUANDO ELES ENTRAVAM EM CONTATO COM O CARTÃO, SOMENTE OS PINOS QUE ESTIVESSEM SOBRE OS FUROS PASSAVAM. CADA UM DESTES TOCAVA, ENTÃO, UMA PEQUENA CAVIDADE COM MERCÚRIO, FECHANDO O CIRCUITO ELÉTRICO.

CADA CAVIDADE ESTAVA LIGADA A UM CONTADOR, QUE ERA ACIONADO CADA VEZ QUE UM PULSO ELÉTRICO ERA TRANSMITIDO.

ASSIM, OS TOTAIS INSTANTÂNEOS DE CADA RESPOSTA POSSÍVEL ERAM CONTINUAMENTE EXIBIDOS.

O TABULADOR TAMBÉM AJUDAVA A RESPONDER PERGUNTAS COMO: "QUANTOS RESPONDERAM 2-a E TAMBÉM RESPONDERAM 3-c?"

QUE DAVA: "QUANTOS HINDUS MILITANTES VIVEM EM PELOTAS?

EIS COMO:

PRIMEIRO, FAZENDO COM QUE UMA CAMPAINHA TOCASSE SEMPRE QUE UM CARTÃO TIVESSE A RESPOSTA 2-a.

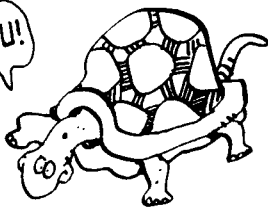
AÍ, PASSAVAM-SE TODOS OS CARTÕES PELA MÁQUINA, RETIRANDO-SE TODOS OS QUE TOCASSEM A CAMPAINHA.

ISTO CRIAVA UMA PILHA DE CARTÕES DOS HINDUS MILITANTES, QUE ERAM PASSADOS PELO TABULADOR NOVAMENTE.

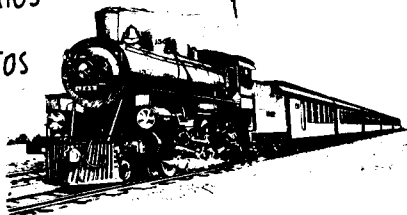
A MÁQUINA MOSTRAVA ENTÃO OS TOTAIS DE HINDUS MILITANTES.

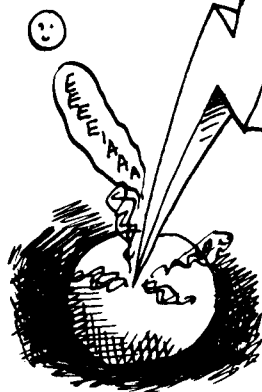
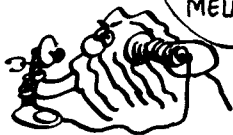
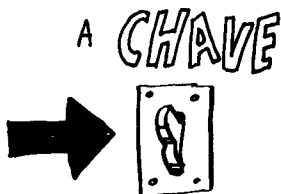
ESTE TIPO DE TRABALHO – ANALISAR E COMPARAR GRANDES VOLUMES DE INFORMAÇÃO – É ATUALMENTE CONHECIDO COMO:

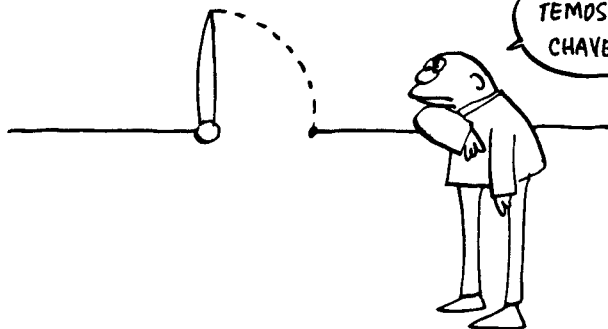
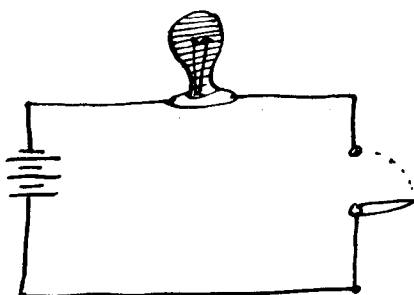
O TABULADOR DE HOLLERITH REDUZIU O TEMPO DE PROCESSAMENTO DE DADOS DO CENSO DE 1890 EM

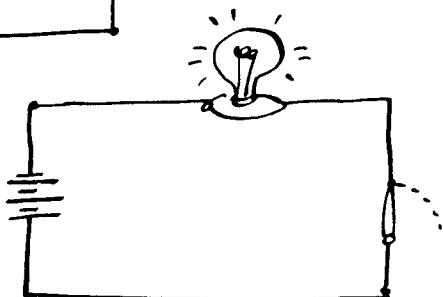
DOIS TERÇOS,

PARA 2 ½ ANOS. AINDA É MUITO TEMPO MAS, NAQUELA ÉPOCA, O RESULTADO FOI EXPRESSIVO!!!

HOLLERITH FUNDOU UMA COMPANHIA PARA PRODUZIR SEU PROCESSADOR DE DADOS OPERADO POR CARTÕES, E TEVE INÚMEROS CLIENTES:

UMA REDE FERROVIÁRIA USAVA O TABULADOR PARA VERIFICAR AS ESTATÍSTICAS DE FRETE...
UM FABRICANTE DE FERRAMENTAS USOU-O PARA CÁLCULO DE CUSTOS, ANÁLISE DE FOLHA DE PAGAMENTO E INVENTÁRIOS DA ADMINISTRAÇÃO...
UMA LOJA DE DEPARTAMENTOS PRECISOU DELE PARA GUARDAR REGISTROS DE MERCADORIAS, VENDAS, VENDEDORES, FREGUESES ETC., ETC...

ASSIM, A FIRMA DE HOLLERITH PROSPEROU... MAIS TARDE ELA SE DEDICOU AOS COMPUTADORES E PROSPEROU TAMBÉM... ELA É NADA MENOS QUE A

SE, POR ACASO, VOCÊ NÃO NOTOU, O TABULADOR DE HOLLERITH USAVA
ELETRICIDADE.
EEEEIAAAA
ISTO NOS TRAZ AO SÉCULO XX E SUAS MARAVILHAS ELETRÔNICAS, RÁDIO, TELEFONE, A LÂMPADA INCANDESCENTE, QUE DESEMPENHAM UM PAPEL IMPORTANTE NOS EPISÓDIOS FINAIS DA EVOLUÇÃO DO COMPUTADOR...
ALÔ? GOSTARIA DE DAR PARTE DO ROUBO DE MEU TROVÃO...

NÃO SE IMPORTE COM O QUE ISSO TUDO SIGNIFICA!

NO MEIO DE TODOS ESSES "EMARANHADOS CIRCUITOS" ALGUNS PESQUISADORES VOLTARAM SUA ATENÇÃO PARA O COMPONENTE MAIS BÁSICO DE TODOS:

A CHAVE

QUALQUER TIPO DE DISPOSITIVO QUE PODE ABRIR OU FECHAR UM CIRCUITO ELÉTRICO É CHAMADO DE CHAVE:

QUANDO A CHAVE ESTÁ ABERTA, O CIRCUITO É INTERROMPIDO E NÃO FLUI CORRENTE PARA A LÂMPADA.

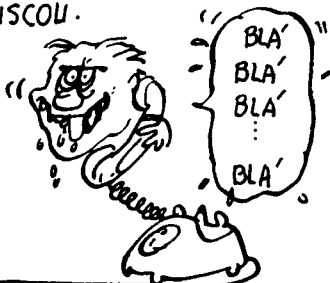
QUANDO A CHAVE ESTÁ FECHADA, O CIRCUITO É COMPLETADO E A LÂMPADA SE ACENDE.

= BATERIA OU FONTE DE ENERGIA

= LÂMPADA

= CHAVE

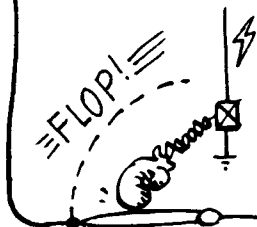
UMA CHAVE MENOS FAMILIAR É A CHAVE

TELEFÔNICA.

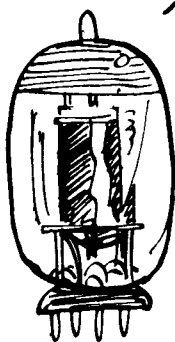
VOCÊ NÃO PODE VÊ-LA MAS ELA COMPLETA A LIGAÇÃO ENTRE SEU APARELHO E AQUELE PARA ONDE VOCÊ DISCOU.

ANTIGAMENTE, ISTO TINHA DE SER FEITO À MÃO—

A ESTAÇÃO OPERACIONAL ERA POR ISSO CHAMADA PAINEL DE

CHAVES.

ENTÃO, A COMPANHIA TELEFÔNICA, COM TODA A SABEDORIA, SURGIU COM O **RELÊ** AUTOMÁTICO. QUANDO RECEBESSE UM SINAL ELÉTRICO, ELE FECHARIA, COMPLETANDO A CHAMADA PARA O LUGAR CORRETO.

O RELÉ TELEFÔNICO PODIA CHAVEAR MUITO MAIS RAPIDAMENTE QUE A MÃO — QUASE **5** VEZES POR SEGUNDO! OS PAINÉIS DE CHAVE TORNARAM-SE, ENTÃO, OBSOLETOS...

MAS ELE NÃO PÔDE FAZER FRENTE A UM OUTRO TIPO DE CHAVE INVENTADA ATÉ MESMO ANTES: A **VÁLVULA**.

LEMBRA-SE DELAS, BRILHANDO NA PARTE DE TRÁS DOS RÁDIOS? NÃO LEMBRA? AH...

A VÁLVULA TAMBÉM PODE SER LIGADA OU DESLIGADA COMO UMA CHAVE, MAS TÃO RAPIDAMENTE QUE NÃO A VEMOS COMUTAR... ELA SIMPLESMENTE CINTILA... MAS PODE SER CHAVEADA ATÉ

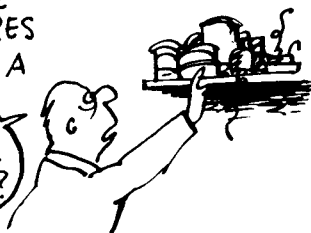
1.000.000

VEZES POR SEGUNDO!!!

NÃO MUITO DEPOIS DA INVENÇÃO DESTAS CHAVES PERCEBEU-SE QUE ELAS PODIAM SER TRANSFORMADAS EM COMPONENTES DE COMPUTADORES!

ISTO É,
GRUPOS DE CHAVES PODEM SER COMBINADOS PARA SOMAR, ARMAZENAR E MESMO PARA EXPRESSAR RELAÇÕES LÓGICAS (SEJA ISSO LÁ O QUE FOR). DETALHES ADIANTE!

SE EU COLOCAR O DEDO E ACIONAR A CHAVE ENTÃO SEREI UM ENGENHEIRO MORTO!

LÁ POR VOLTA DE 1930, MUITA GENTE HAVIA PERCEBIDO QUE COMPUTADORES RÁPIDOS PODIAM SER CONSTRUÍDOS A PARTIR DE SUCATA DAS PRATELEIRAS!!

Quem construiu

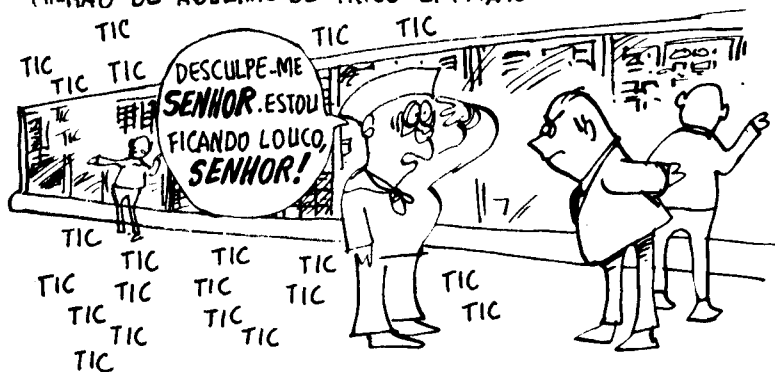
O PRIMEIRO COMPUTADOR ELETROMECÂNICO? O PRIMEIRO A FAZÊ-LO FOI KONRAD ZUSE (1910-).

SEU Z-1, CONSTRUÍDO EM 1936, ERA CONSTITUÍDO DE RELÉS QUE EXECUTAVAM OS CÁLCULOS E OS DADOS ERAM LIDOS A PARTIR DE UM FITA PERFURADA.

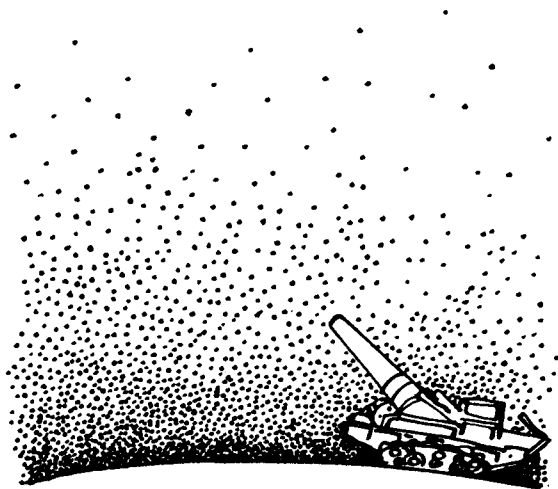
ZUSE, QUE ERA ALEMÃO, TENTOU VENDER O Z-1 AO GOVERNO PARA USO MILITAR.

OS NAZISTAS DISSERAM TER "PRATICAMENTE" GANHO A GUERRA E O DESPREZARAM... E PROVAVELMENTE MUDARAM O CURSO DA HISTÓRIA!!

NOS ESTADOS UNIDOS, A MARINHA, EM CONJUNTO COM A UNIVERSIDADE DE HARVARD E A IBM, DESENVOLVEU O MARK I, UM GIGANTE ELETROMAGNÉTICO, LANÇADO EM 1944.

PROJETADO PELO PROFESSOR HOWARD AIKEN, DE HARVARD, E BASEADO NO CALCULADOR ANALÍTICO DE BABBAGE, O MARK I OCUPAVA APROXIMADAMENTE 120M³, COM MILHARES DE RELÉS. QUANDO LIGADO, SEU BARULHO ERA COMPARADO AO DE UM MILHÃO DE AGULHAS DE TRICÔ EM AÇÃO!!

O MARK I CONSEGUIA MULTIPLICAR NÚMEROS DE 10 DÍGITOS (UMA MEDIDA TÍPICA DE VELOCIDADE PARA COMPUTADORES) EM **3 SEGUNDOS** EM MÉDIA.

SEU OBJETIVO ERA O MESMO DE TARTAGLIA, LÁ POR 1500: CALCULAR AS **TRAJETÓRIAS** DE PROJÉTEIS COM MAIOR PRECISÃO.

TARTAGLIA HAVIA SE ENGANADO AO DIZER QUE OS PROJÉTEIS DESCREVIAM TRAJETÓRIAS PARABÓLICAS. NA REALIDADE, A RESISTÊNCIA DO AR ALTERA SUA TRAJETÓRIA DE MODO SURPREENDENTE, E BEM COMPLEXO, POIS VARIA COM A ALTITUDE.

DURANTE A PRIMEIRA GUERRA MUNDIAL, O CANHÃO ALEMÃO "BIG BERTHA" LANÇOU PROJÉTEIS A ATÉ 160 QUILÔMETROS, DUAS VEZES MAIS DO QUE A DISTÂNCIA MÁXIMA CALCULADA POR FÓRMULAS SIMPLIFICADAS!

NOS CAÇAS E BOMBARDEIROS PRECISAVA-SE, ENTÃO, DE **TABELAS DE BALÍSTICA** MAIS PRECISAS PARA ACERTAR OS ALVOS. REALMENTE, ERA IMPOSSÍVEL CALCULÁ-LAS DURANTE O VÔO!

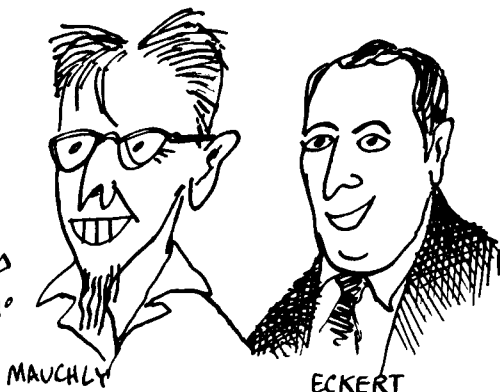
ESSAS TABELAS DE BALÍSTICA ERAM CALCULADAS EM SALAS ENORMES, CHEIAS DE GAROTAS COM SUAS MÁQUINAS DE SOMAR — E, MESMO ASSIM, O TRABALHO ERA VAGAROSO.

O QUE VOCÊ FAZIA ANTES?

ERA TELEFONISTA...

OS ENGENHEIROS-CHEFES DA ÁREA DE PROJETO DO EXÉRCITO CHAMAVAM-SE **J. PRESPER ECKERT** E **JOHN MAUCHLY**.

MAUCHLY

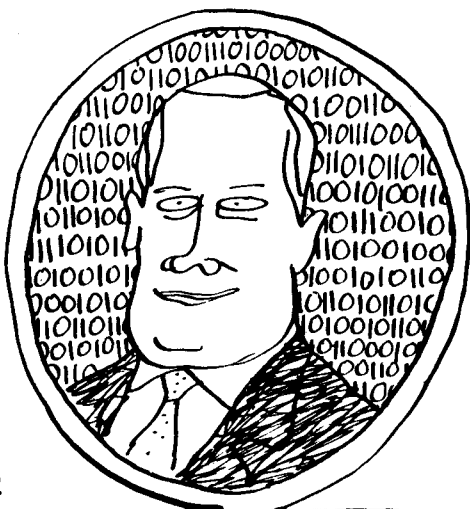
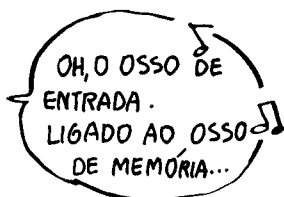
ECKERT

O RESULTADO DE SEU TRABALHO FOI O MONUMENTAL
ENIAC: ELETRONIC NUMERIC INTEGRATOR AND CALCULATOR. COM 18 000 VÁLVULAS, O ENIAC ERA RÁPIDO:

500 MULTIPLICAÇÕES POR SEGUNDO!
(ELE NECESSITAVA, POR OUTRO LADO, DE SISTEMA DE AR CONDICIONADO PRÓPRIO!)

O ÚNICO PROBLEMA COM O ENIAC:
ELE NÃO CONSEGUIU SER ACABADO ANTES DE 1946, OU SEJA, VÁRIOS MESES APÓS O FIM DA GUERRA!
SUSPIRO
É A LEI DE BABBAGE!

ASSIM, O EXÉRCITO COLOCOU O **ENIAC** EM FUNCIONAMENTO PENSANDO NA PRÓXIMA GUERRA E FAZENDO CÁLCULOS PARA O PROGRAMA DE ARMAMENTOS NUCLEARES...

O **ENIAC** PODE TER SIDO RÁPIDO, MAS, DE CERTA FORMA, ERA UM TANTO QUANTO BURRO. SUA MEMÓRIA ERA MUITO PEQUENA E A CADA NOVA OPERAÇÃO ERA NECESSÁRIO RECONFIGURAR TODA A FIAÇÃO.

UM FATO TAMBÉM EXPRESSIVO: COM 18 000 VÁLVULAS, CHAVEANDO A UMA TAXA DE 100 000 VEZES POR SEGUNDO, O **ENIAC** TINHA POR OBRIGAÇÃO SER MUITO MAIS CONFIÁVEL DO QUE QUALQUER OUTRA MÁQUINA JAMAIS CONSTRUÍDA.

VON NEUMANN PROPUNHA A ***ESTRUTURA LÓGICA*** DO COMPUTADOR CONFORME A SEGUINTE ABSTRAÇÃO: COMO CONTROLAR A SI PRÓPRIO, QUAL SUA CAPACIDADE DE MEMÓRIA, QUAL O USO DA MEMÓRIA ETC... E SE PERGUNTAVA COMO OS COMPUTADORES PODIAM SER FEITOS SEGUNDO O "MODELO" HUMANO, OU SEJA, SEGUNDO O SISTEMA NERVOSO CENTRAL.

CONSIDERE COMO UM SER HUMANO "PROCESSA UM PROGRAMA":

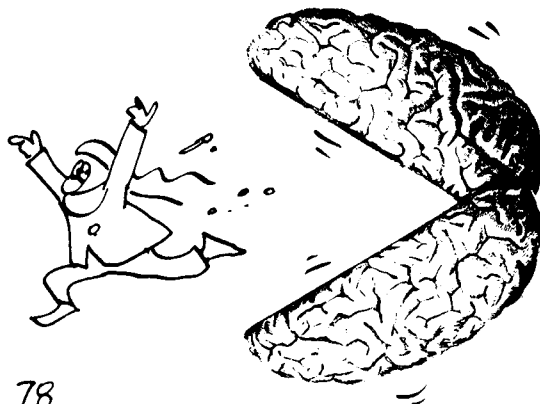
QUANDO UM CIRURGIÃO COMEÇA A CORTAR O PACIENTE, ELE NÃO DEVE CONSULTAR SEUS LIVROS, PARA PROSSEGUIR.

"PASSO 2: APALPE AO REDOR PARA IDENTIFICAR O TUMOR".

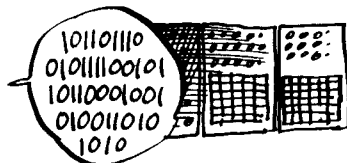
NÃO...
PRIMEIRAMENTE, O CIRURGIÃO CURSA A FACULDADE, LÊ OS PROCEDIMENTOS E OS APRENDE.

"PASSO 3: CHAME SEU ANALISTA DE INVESTIMENTOS".

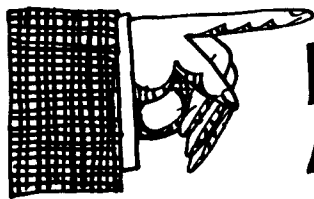
COMO OPERAR COM LUCRO

ISTO ACELERA CONSIDERAVELMENTE O PROCESSO CIRÚRGICO!

SEU CÉREBRO ESTÁ REPLETO DESSES "PROGRAMAS ARMAZENADOS": VOCÊ SABE COMO AMARRAR OS SAPATOS, COMO SE ALIMENTAR, COMO MULTIPLICAR 94 POR 16, COMO FALAR, COMO ANDAR...

VON NEUMANN PROPÔS CONSTRUIR COMPUTADORES QUE:

CODIFICASSEM AS INSTRUÇÕES DE UMA FORMA POSSÍVEL DE SER ARMAZENADA NA MEMÓRIA DO COMPUTADOR. VON NEUMANN SUGERIU QUE SE USASSEM CADEIAS DE UNS E ZEROS.

ARMAZENASSEM AS INSTRUÇÕES NA MEMÓRIA, BEM COMO TODA E QUALQUER INFORMAÇÃO (NÚMEROS ETC...) NECESSÁRIA À EXECUÇÃO DESSA TAREFA ESPECÍFICA.

3.

QUANDO PROCESSASSEM O PROGRAMA, BUSCASSEM AS INSTRUÇÕES DIRETAMENTE DA MEMÓRIA, AO INVÉS DE LEREM UM NOVO CARTÃO PERFURADO A CADA PASSO.

ESSE É O CONCEITO DE

PROGRAMA ARMAZENADO.

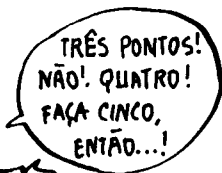
As vantagens?

RAPIDEZ: DA MESMA FORMA QUE O CIRURGIÃO, O COMPUTADOR AGE MUITO MAIS RAPIDAMENTE TRAZENDO AS INSTRUÇÕES DIRETAMENTE DO "CÉREBRO" AOS "DEDOS", AO INVÉS DE "PROCURÁ-LAS NO LIVRO", APÓS A EXECUÇÃO DE CADA PASSO.

VERSATILIDADE:
COM VÁRIOS PROGRAMAS ARMAZENADOS SIMULTANEAMENTE, CADA UM DELES PODE REFERENCIAR O OUTRO, SE PROCESSADOS EM COMBINAÇÃO. O ATO CIRÚRGICO TAMBÉM É UMA COMBINAÇÃO DESTE TIPO.

ANESTESIA,
CORTE,
REMOÇÃO,
PONTOS,
CONTA...

AUTOMODIFICAÇÃO:
COMO SÃO ARMAZENADOS ELETRONICAMENTE, OS PROGRAMAS PODEM SER FACILMENTE ESCRITOS PARA SE ALTERAREM OU SE AJUSTAREM. ISTO ACABA TENDO IMPORTÂNCIA CRÍTICA!

TRÊS PONTOS! NÃO! QUATRO! FAÇA CINCO, ENTÃO...!

PARA ATINGIR SEU OBJETIVO, VON NEUMANN ESCREVEU OS CÓDIGOS PARA UM PROGRAMA CHAMADO:

É FÁCIL DESCREVÊ-LO:

DADAS DUAS LISTAS DE NOMES (POR EXEMPLO):

ABRAÃO, S.	TAVARES, L.
ALVES, J.	BATISTA, J.
ALVES, B.	ORCA, G.
ASSIS, I.	AUGUSTO, A.

ABRAÃO, S.
ALVES, B.
ALVES, J.
ASSIS, I.
AUGUSTO, A.
BATISTA, J.
ORCA, G.
TAVARES, L.

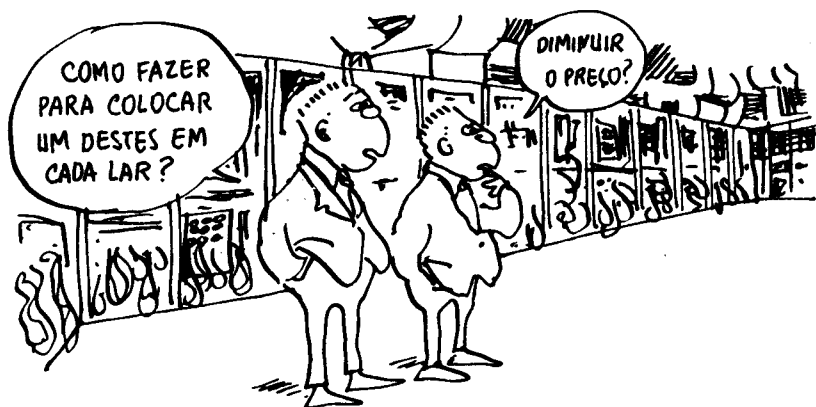
FAZER UMA NOVA LISTA EM ORDEM ALFABÉTICA.

ESTE PROCESSO APARENTEMENTE SIMPLES ACABA CONSUMINDO UMA ENORMIDADE DE TEMPO, SE AS LISTAS FOREM EXTENSAS.

ASSIM:

TEMOS À FRENTE UMA TAREFA IDEAL PARA UM COMPUTADOR, QUE PRATICAMENTE NÃO ENVOLVE CÁLCULOS MATEMÁTICOS. PODE-SE VER COMO ESTA TAREFA É BEM VISTA POR AQUELES QUE COMPILAM LISTAS TELEFÔNICAS OU GUIAS DE ENDEREÇO!!

NA VERDADE, HÁ DISCUSSÕES A RESPEITO DE QUEM INVENTOU O PROGRAMA ARMAZENADO. O ECKERT E O MAUCHLY TAMBÉM REQUERIAM O MÉRITO... E O PROJETO **ENIAC** ACABOU SE DISSOLVENDO NUMA ENXURRADA DE PROCESSOS SOBRE QUEM ERA DONO DE QUAL IDÉIA...

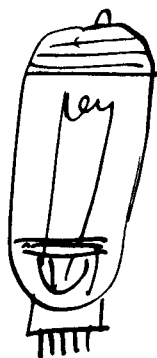
E NÃO SE VIU NADA IGUAL ATÉ A SEPARAÇÃO DOS BEATLES!

SE OS COMPUTADORES TIVESSEM CONTINUADO TÃO VOLUMOSOS QUANTO O ***ENIAC***, NÃO SERIAM O QUE SÃO HOJE... MAS NÃO CONTINUARAM, E SÃO...

EM 1947, ANO SEGUINTE À CONCLUSÃO DO ***ENIAC***, UM GRUPO DE STANFORD INVENTOU O

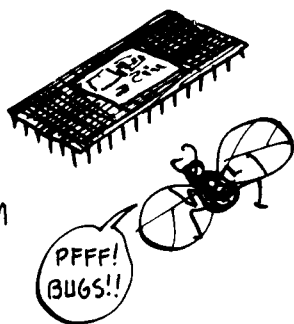
TRANSISTOR,

USANDO ELEMENTOS CHAMADOS ***SEMICONDUTORES***.

COMO AS VÁLVULAS, OS TRANSISTORES PODEM FUNCIONAR COMO CHAVES, PORÉM:

SÃO MENORES,
MAIS RÁPIDOS,
NÃO ESQUENTAM,
DURAM MAIS E
CONSOMEM MUITO MENOS ENERGIA.

OS PRIMEIROS COMPUTADORES TRANSISTORIZADOS ERAM GRANDES, MAS NÃO TANTO COMO OS A VÁLVULA E SEU CUSTO (ALGUNS MILHÕES DE DÓLARES) TORNAVA-OS ACESSÍVEIS A GRANDES EMPRESAS E UNIVERSIDADES.

E O TRANSISTOR COMEÇOU A MOSTRAR UMA VERSATILIDADE INCRÍVEL PARA DIMINUIR DE PREÇO E TAMANHO.

PRIMEIRAMENTE VIERAM OS **CIRCUITOS INTEGRADOS** – UMA INFINIDADE DE TRANSISTORES FABRICADOS NUMA MESMA PASTILHA... EM SEGUIDA, OS C.I. EM **LARGA ESCALA** E OS C.I. EM **MUITO LARGA ESCALA** (LSI E VLSI), QUE REUNIAM CENTENAS DE MILHARES DE TRANSISTORES NUMA MESMA PASTILHA!

ENQUANTO OS COMPONENTES DIMINUÍAM A INDÚSTRIA EXPLODIA!

NOS ANOS 60 SURGIU O

MINICOMPUTADOR.

ERA DO TAMANHO DE UMA ESCRIVANINHA!

NOS ANOS 70 SURGIU O

MICRO,

QUE PODE SER TÃO PEQUENO QUANTO SE QUEIRA.

NESTA ÉPOCA, GRANDES COMPUTADORES, TAMBÉM CONHECIDOS COMO

MAINFRAMES,

TORNARAM-SE IMENSAMENTE PODEROSOS.

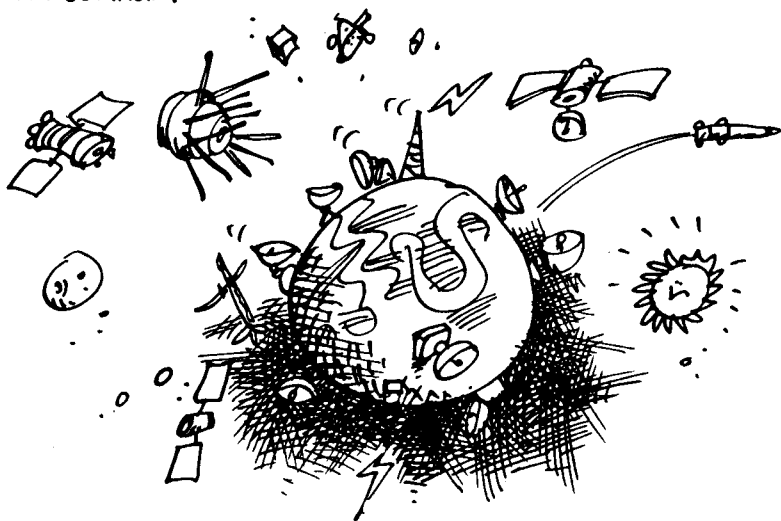
E, FINALMENTE, OS EXÓTICOS

SUPERCOMPUTADORES,

QUE CALCULAM A VELOCIDADES SUPERIORES A 500 ***MIPS**** — UM MILHÃO DE VEZES MAIS RÁPIDO QUE O ***ENIAC***.

* ***MIPS*** — **MILHÃO DE INSTRUÇÕES POR SEGUNDO.**

NÃO HÁ LIMITES PARA A IMAGINAÇÃO... ATUALMENTE, TEMOS MICROS QUE SE EQUIPARAM A MÍNIS, SUPERMÍNIS QUE FAZEM FRENTE AOS MAINFRAMES, MÍNIS NUMA PASTILHA... E COMENTA-SE À BOCA PEQUENA QUE ESTÃO TENTANDO REDUZIR OS COMPONENTES A NÍVEIS DE MOLÉCULAS, USANDO A TECNOLOGIA DE RECOMBINAÇÃO DO ***DNA***...

FAZ COM QUE ME SINTA ESTUPIDAMENTE GRANDE...

PARTE II

O ESPAGUETE LÓGICO

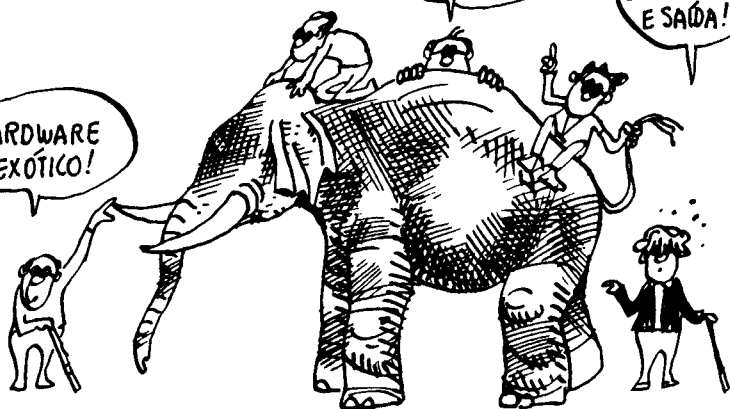
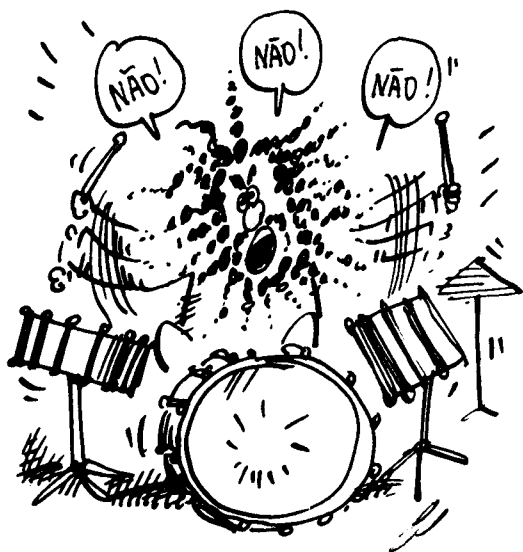
COMPUTADORES LEMBRAM ELEFANTES: HÁ UMA PORÇÃO DE JEITOS DE DESCREVÊ-LOS...

UM CALCULADOR PODEROSO!

FEITO DE CHAVES!

SEGUE INSTRUÇÕES!

TEM DISPOSITIVOS DE ENTRADA E SAÍDA!

HARDWARE EXÓTICO!

COMO SE PODE CHEGAR AO CENTRO DA COISA?

SE HÁ UMA IDÉIA SOBRE A QUAL SE TEM MARTELADO É A DE QUE O COMPUTADOR É BASICAMENTE UM

PROCESSADOR DE INFORMAÇÕES.

PORTANTO, ESQUEÇA O ELEFANTE...

PARA EXPLICAR O PROCESSAMENTO DE INFORMAÇÕES, COMPARE-O A UM PROCESSO BEM FAMILIAR: COZINHAR.
ENTREMOS, ASSIM, NA COZINHA DA AVÓ DO BABBAGE, QUE PREPARA UM ESPAGUETE...

EIS A RECEITA MUNDIALMENTE FAMOSA:

PONHA ÁGUA E SAL NUMA PANELA E BOTE PRA FERVER.

ADICIONE 200g DE ESPAGUETE CRU.

DEIXE FERVER POR 10 MINUTOS.

DESPEJE NUM ESCORREDOR DE MACARRÃO.

SIRVA...

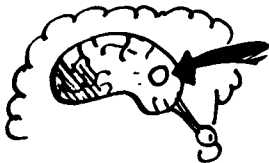
ESTE ESPAGUETE É MELHOR DE ANALISAR DO QUE DE COMER!

É FÁCIL ISOLAR ALGUNS COMPONENTES DESTE PROCESSO:

PRIMEIRO, OS INGREDIENTES, OU **ENTRADA.**

A SEGUIR, OS UTENSÍLIOS DE COZINHA: MÃOS, PANELA, FOGÃO, SALEIRO, ESCORREDOR, PRATO, COLHER.

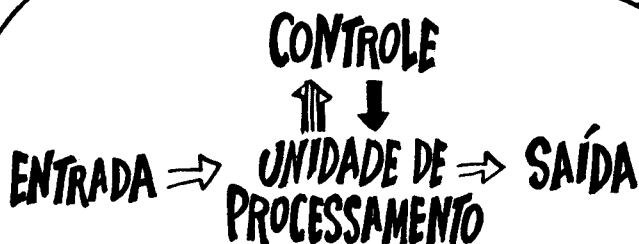
QUE COMPÕEM A **UNIDADE DE PROCESSAMENTO.**

JÁ MENOS ÓBVIO, HÁ UMA ***PARTE DO CÉREBRO DA COZINHEIRA***, QUE ***CONTROLA*** O PROCESSO. ESTA PARTE FISCALIZA E EXECUTA, PASSO A PASSO, A RECEITA. VAMOS CHAMÁ-LA DE **UNIDADE DE CONTROLE.**

E, NATURALMENTE, O PRATO PRONTO OU **SAÍDA.**

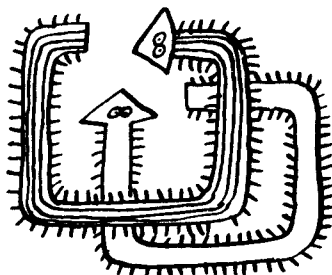
É CLARO QUE NÃO HÁ NADA DE ESPECIAL NO ESPAGUETE! QUALQUER RECEITA PODE SER PROCESSADA PELA MESMA ESTRUTURA BÁSICA:

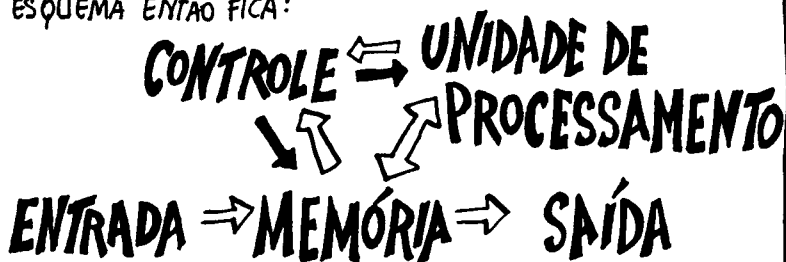
INGREDIENTES OU ENTRADA ⇒ UMA UNIDADE DE PROCESSAMENTO SOB CONTROLE ⇒ SAÍDA

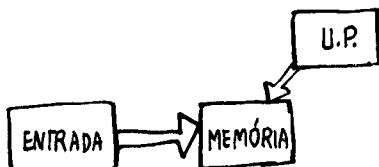
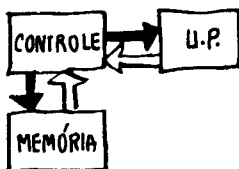
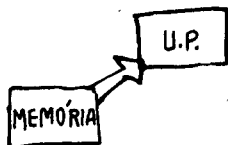
CONTROLE

ENTRADA ⇒ UNIDADE DE PROCESSAMENTO ⇒ SAÍDA

FLECHAS VAZADAS (⇒) INDICAM FLUXO DE COMIDA
A FLECHA HACHURADA (⇛) INDICA FLUXO DE INFORMAÇÃO
A FLECHA PRETA (➡) INDICA FLUXO DE CONTROLE

PARA COMPUTADORES, O ESQUEMA MUDA UM POUCO:

DOIS SÃO OS MOTIVOS PARA TAL: UM É O FATO DE ENTRADA E SAÍDA SEREM INFORMAÇÃO, NÃO COMIDA — ASSIM, AS FLECHAS HACHURADAS EQUIVALEM ÀS VAZADAS.

O OUTRO É A GRANDE IMPORTÂNCIA DA MEMÓRIA, COMO QUINTO E ÚLTIMO COMPONENTE.
EM COMPUTADORES, CADA INFORMAÇÃO PASSA PELA MEMÓRIA PRIMEIRO!

O ESQUEMA ENTÃO FICA:

NO CASO DE COMPUTADORES, A **ENTRADA** CONSISTE DE TODOS OS DADOS "CRUS" A PROCESSAR — **BEM COMO** TODA A "RECEITA", OU PROGRAMA, QUE DIZ O QUE FAZER COM OS DADOS.

A **MEMÓRIA** GUARDA A ENTRADA E OS RESULTADOS VINDOS DA UNIDADE DE PROCESSAMENTO:

O **CONTROLE** LÊ O PROGRAMA E O TRADUZ NUMA SEQÜÊNCIA DE OPERAÇÕES DA MÁQUINA.

A **UNIDADE DE PROCESSAMENTO** SOMA, MULTIPLICA, CONTA, COMPARA ETC. AS INFORMAÇÕES VINDAS DA MEMÓRIA.

A **SAÍDA** CONSISTE DOS RESULTADOS DA UNIDADE DE PROCESSAMENTO, ARMAZENADOS NA MEMÓRIA E ENVIADOS PARA UM DISPOSITIVO DE SAÍDA.

A **ENTRADA** É PELO TECLADO.

UNIDADES DE DISQUETE PROVÊEM **MEMÓRIA** ADICIONAL.

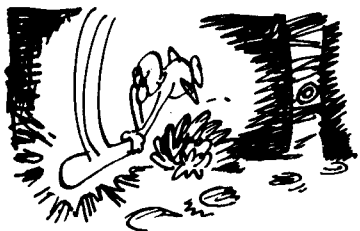
OUTROS DISPOSITIVOS DE ENTRADA/SAÍDA COMUNS (NÃO DESENHADOS) SÃO UM **MODEM**, USADO PARA TRANSMISSÃO E RECEPÇÃO DE DADOS VIA LINHA TELEFÔNICA, E UMA **IMPRESSORA**, QUE IMPRIME OS RESULTADOS EM PAPEL.

COMECEMOS PELO MEIO, COM A

UNIDADE DE PROCESSAMENTO:

NA COZINHA, UM MESTRE-CUCA TEM NAS MÃOS UM VASTO REPERTÓRIO DE MODOS PARA PROCESSAR:

MAS COMO O GRANDE MESTRE-CUCA DESCOBRIU, TODAS AS TÉCNICAS DE COZINHAR SÃO COMBINAÇÕES DE ATOS SIMPLES: APLICAR MAIS OU MENOS CALOR, COZINHAR COM OU SEM ÁGUA ETC...

ANALOGAMENTE, TODA A POTÊNCIA DO COMPUTADOR SE APÓIA NUM PUNHADO DE OPERAÇÕES BÁSICAS.

OK... OK... CHEGA DE FAZER RODEIO USANDO METÁFORAS CULINÁRIAS...

AS OPERAÇÕES BÁSICAS DO COMPUTADOR SÃO

VOCÊ QUER SABER O QUE É UMA OPERAÇÃO LÓGICA? UMA QUESTÃO LÓGICA, CONSIDERANDO QUANTO MAIS FÁCIL É PENSAR EM OPERAÇÕES ILÓGICAS, COMO A AMPUTAÇÃO DE POLEGARES OU PULAR DA CAMA ÀS SEGUNDAS-FEIRAS...

PARA FELICIDADE GERAL, A LÓGICA ESTÁ BEM MAIS SIMPLES DO QUE JÁ FOI. NA ÉPOCA DE ARISTÓTELES, O ASSUNTO ABRANGIA OS RAMOS INDUTIVO E DEDUTIVO. O INDUTIVO CONSISTIA NA ARTE DE INFERIR A VERDADE PARTINDO DA OBSERVAÇÃO DA NATUREZA. A LÓGICA DEDUTIVA DEDUZIA VERDADES DE OUTRAS VERDADES:

NA IDADE MÉDIA

OS LÓGICOS ARMAVAM A CONFUSÃO COM SEIS "MODOS": UMA AFIRMAÇÃO ERA VERDADEIRA, FALSA, NECESSÁRIA, EVENTUAL, POSSÍVEL OU IMPOSSÍVEL.

NECESSÁRIO ESTÁ PARA EVENTUAL ASSIM COMO VERDADEIRO ESTÁ PARA FALSO... POSSIVELMENTE...

SEU RACIOCÍNIO EVOLUIU TÃO DESORDENADAMENTE QUE ***DUNS SCOTUS***, LÓGICO DA IDADE MÉDIA, FOI IMORTALIZADO NA PALAVRA "DUNCE"*.

*N.T. DUNCE QUER DIZER IDIOTA.

O ASSUNTO CHEGOU A RAIAS DO ABSURDO COM LEWIS CARROLL:
"(1) OS GENTIOS NÃO FAZEM OBJEÇÃO A CARNE DE PORCO.
(2) NINGUÉM QUE GOSTE DE CHIQUEIROS LÊ OS POEMAS DE HOGG.
(3) NENHUM MANDARIM SABE HEBRAICO.
(4) TODAS AS PESSOAS QUE NÃO FAZEM OBJEÇÃO A CARNE DE PORCO ADMIRAM AS BORBOLETAS.
(5) NENHUM JUDEU IGNORA HEBRAICO.
PORTANTO, NENHUM MANDARIM JAMAIS LEU OS POEMAS DE HOGG!"*
DÁ PRA VER QUE ESTAVA NA HORA DE SIMPLIFICAR O ASSUNTO...
*DE LÓGICA SIMBÓLICA.

FOI GEORGE BOOLE (1815-1864), MATEMÁTICO INGLÊS, QUEM DEU ESTE PASSO, AO CONSTRUIR UMA "ÁLGEBRA" A PARTIR DA LÓGICA.

ISTO É, FEZ A LÓGICA TOTALMENTE ***SIMBÓLICA***, TAL COMO A MATEMÁTICA. REPRESENTOU AS SENTENÇAS POR LETRAS E AS CONECTOU COM SÍMBOLOS ALGÉBRICOS — UMA IDÉIA QUE NOS CONDUZ AO TEMPO DE ***LEIBNIZ***, QUE SONHOU COM A "JUSTIÇA PELA ÁLGEBRA".

NÃO DESCREVEREMOS TOTALMENTE A ÁLGEBRA DE BOOLE. VAMOS LIMITAR-NOS A ***TRÊS PALAVRAS***:

BOOLE EXAMINOU O VERDADEIRO TECIDO CONECTIVO DA LINGUAGEM: AS PALAVRAS "**E**", "**OU**" E "**NÃO**".

SEJA **R** UMA AFIRMAÇÃO QUALQUER... POR EXEMPLO,

R = "O PORCO TEM PINTAS".

SEGUNDO ***BOOLE***, ESTA SENTENÇA É VERDADEIRA (**V**) OU FALSA (**F**). NÃO HÁ OUTRA OPÇÃO!*

V

F

AGORA SEJA **S** OUTRA AFIRMAÇÃO — TAMBÉM VERDADEIRA OU FALSA:

S = "O PORCO ESTÁ FELIZ".

V

F

FORMAM-SE, ENTÃO, AS SENTENÇAS COMPOSTAS:

R E S = O PORCO É PINTADO **E** O PORCO ESTÁ FELIZ.

R OU S = O PORCO É PINTADO **OU** O PORCO ESTÁ FELIZ.

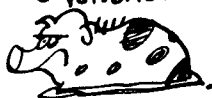
E QUANDO ESTAS SENTENÇAS SÃO VERDADEIRAS?

R E S?

* ALGUMAS VERSÕES DA LÓGICA ADMITEM MAIS DE DUAS POSSIBILIDADES.

SÃO POSSÍVEIS QUATRO COMBINAÇÕES DE VERDADE E MENTIRA PARA **R** E **S**.

R VERDADE, **S** VERDADE

R MENTIRA, **S** VERDADE

R VERDADE, **S** MENTIRA

R MENTIRA, **S** MENTIRA

"O PORCO ESTÁ FELIZ ***E*** TEM PINTAS".

ESTA SENTENÇA SÓ É VERDADEIRA NO CASO DE **R** E **S** SEREM AMBOS VERDADEIROS. A ***TABELA DA VERDADE*** RESUME ISSO:

R	S	R E S
V	V	V
V	F	F
F	V	F
F	F	F

OU

"O PORCO ESTÁ FELIZ ***OU*** TEM PINTAS".

ISTO É VERDADE QUANDO PELO MENOS UMA DAS SENTENÇAS FOR VERDADEIRA.

R	S	R OU S
V	V	V
V	F	V
F	V	V
F	F	F

E MAIS UM OPERADOR LÓGICO —

NÃO

NÃO-R = O PORCO **NÃO** É PINTADO.

ESTE OPERADOR *INVERTE* O RESULTADO (V, F) DE UMA SENTENÇA.

R	NÃO-R
V	F
F	V

BOOLE DEU APARÊNCIA ALGÉBRICA A ISTO, SEGUINDO A CONVENÇÃO:

- REPRESENTE **V** POR 1
- REPRESENTE **F** POR 0
- REPRESENTE **E** POR $\cdot$
- REPRESENTE **OU** POR $\oplus$
- REPRESENTE **NÃO** POR 1−

ISTO TRANSFORMA AS TABELAS DA VERDADE EM:

$1 \cdot 1 = 1$	$1 \oplus 1 = 1$	$1 - 1 = 0$
$1 \cdot 0 = 0$	$1 \oplus 0 = 1$	$1 - 0 = 1$
$0 \cdot 1 = 0$	$0 \oplus 1 = 1$	
$0 \cdot 0 = 0$	$0 \oplus 0 = 0$	

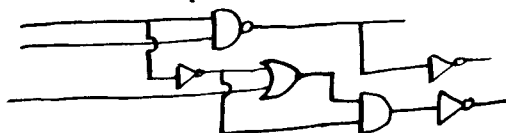
EXCETO PELA MISTERIOSA EQUAÇÃO $1 \oplus 1 = 1$, ISTO PARECE ARITMÉTICA... COM "**E**" SUBSTITUINDO "**VEZES**" E "**OU**" SUBSTITUINDO "MAIS".

NÃO USAREMOS OS SÍMBOLOS • E ⊕... ESQUEÇA-OS... MAS **0** E **1** REPRESENTANDO FALSO E VERDADEIRO SÃO MUITO ÚTEIS... ASSIM, A PARTIR DAQUI, REPRESENTAREMOS AS TABELAS DA VERDADE NA FORMA:

R	S	R E S
1	1	1
1	0	0
0	1	0
0	0	0

R	S	R OU S
1	1	1
1	0	1
0	1	1
0	0	0

R	NÃO-R
1	0
0	1

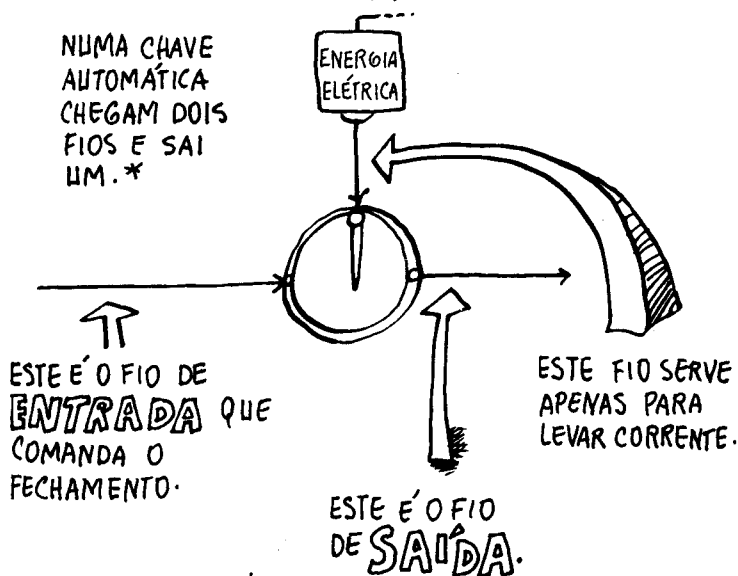
BOOLE DESENVOLVEU UMA ÁLGEBRA INTEIRA, A PARTIR DESTAS RELAÇÕES, USANDO APENAS OS NÚMEROS **0** E **1**... ATUALMENTE OS ENGENHEIROS ELETRÔNICOS USAM A ***ÁLGEBRA BOOLEANA*** O TEMPO TODO – SÓ QUE REPRESENTANDO CIRCUITOS ELETRÔNICOS...

O "PULO DO GATO" É A ***CHAVE AUTOMÁTICA***, QUE ESTÁ ABERTA OU FECHADA, DA MESMA FORMA QUE UMA PROPOSIÇÃO LÓGICA É VERDADEIRA OU FALSA.

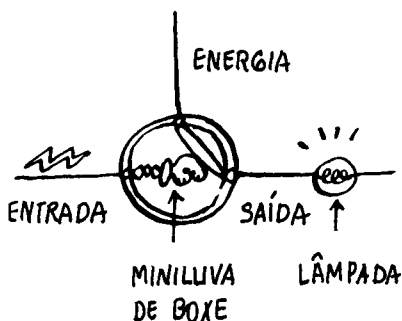
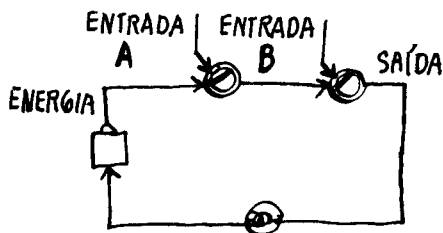
NUMA CHAVE AUTOMÁTICA CHEGAM DOIS FIOS E SAI UM.*

ENERGIA ELÉTRICA

ESTE É O FIO DE **ENTRADA** QUE COMANDA O FECHAMENTO.

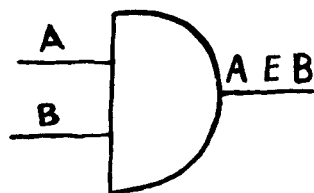
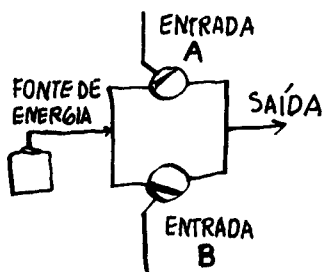
ESTE FIO SERVE APENAS PARA LEVAR CORRENTE.

ESTE É O FIO DE **SAÍDA**.

*IGNOREMOS O FIO TERRA!

NO DESENHO ACIMA A CHAVE ESTÁ ABERTA POR NÃO HAVER CORRENTE NO FIO DE ENTRADA. A CHEGADA DE UM SINAL DE ENTRADA ACARRETA O EQUIVALENTE ELETRÔNICO A UMA MINILUVA DE BOXE QUE "SOCA" O CONTATO. ESTE SE MANTÉM FECHADO, RESULTANDO UM SINAL NA SAÍDA.

O QUE É A SAÍDA PRA DUAS CHAVES (A, B) MONTADAS EM SÉRIE? (NO NOSSO DIAGRAMA, OBSERVE QUE OS FIOS FORAM REARRANJADOS PARA FACILITAR A ILUSTRAÇÃO.)

A CORRENTE SÓ FLUI COM **AMBAS** AS CHAVES FECHADAS, I.E., COM SINAIS DE ENTRADA PRESENTES EM **A** E **B** SIMULTANEAMENTE.

ESCREVENDO 1 PARA CORRENTE E 0 PARA AUSÊNCIA DE CORRENTE, ESCREVEMOS A TABELA DE **ENTRADA-SAÍDA**.

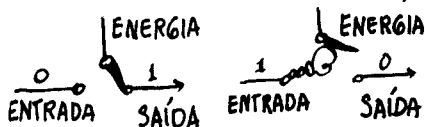
A	B	SAÍDA
1	1	1
1	0	0
0	1	0
0	0	0

PARECE FAMILIAR? DEVERIA! É A PRÓPRIA TABELA DA VERDADE DO ***E***.

DUAS CHAVES MONTADAS EM PARALELO REALIZAM O **OU** LÓGICO: A CORRENTE PODE IR DA FONTE DE ENERGIA PARA A SAÍDA SE **A** OU SE **B** ESTIVER FECHADA (OU AMBAS).

A	B	SAÍDA
1	1	1
1	0	1
0	1	1
0	0	0

ESTA É A

PORTA-OU

E SEU SÍMBOLO É:

NÃO TAMBÉM É FÁCIL... FAZ-SE COM UMA CHAVE ESPECIAL QUE FICA NORMALMENTE FECHADA E QUE É ABERTA POR UM SINAL NA ENTRADA — OU SEJA, O CONTRÁRIO DE UMA CHAVE COMUM:

A	SAÍDA
1	0
0	1

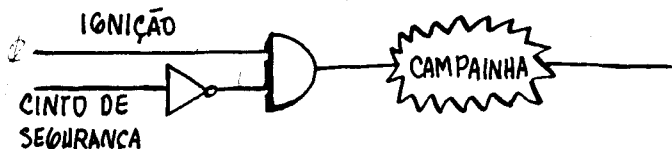
ESTA CHAVE É CHAMADA

INVERSORA

E POSSUI, TAMBÉM, SEU SÍMBOLO PRÓPRIO.

VEJAMOS, NUM EXEMPLO DO COTIDIANO, COMO ESTAS PORTAS SIMPLES PODEM PRODUZIR RESULTADOS LÓGICOS.

EM CERTOS PAÍSES, OS CARROS TÊM UMA CAMPAINHA QUE TOCA QUANDO O MOTORISTA DÁ A PARTIDA SEM TER APERTADO O CINTO DE SEGURANÇA. VOCÊ JÁ OUVIU ALGUMA? SÃO DESSAS DE FURAR OS TÍMPANOS!

BEM, PARA ISTO É SÓ CONECTAR A IGNIÇÃO E O CINTO ATRAVÉS DE UMA ***PORTA-E***, NA FORMA:

ISTO É, **SE** A IGNIÇÃO ESTÁ LIGADA **E** O CINTO DE SEGURANÇA **NÃO**, A CAMPAINHA TOCARÁ. LÓGICO, NÃO?

VOCÊ TEM ALGUMA SUGESTÃO DE USO DE PORTAS-OU NO DIA-A-DIA?

O QUE ACHA DE UM DETETOR DE FUMAÇA DISPARADO POR QUALQUER UM DE DOIS SENSORES?

AQUI ESTÃO ALGUNS EXERCÍCIOS DE AQUECIMENTO PARA SEGUIRMOS COM OS DIAGRAMAS LÓGICOS:

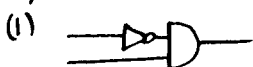
FAÇA AS TABELAS DE ENTRADA-SAÍDA (E/S):

(1)

(2)

(3)

(4)

(5)

(OBSERVE: UMA ENTRADA APENAS!)

(6)

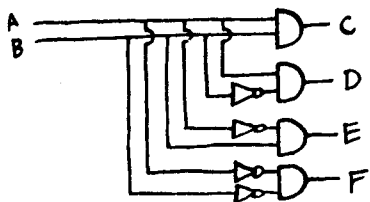
(IDEM!)

(7) QUAL É A SAÍDA PARA A=1, B=0, C=1?

A
B
C

(8) COMPLETE A TABELA DE E/S:

A
B

C
D
E
F

A	B	C	D	E	F
1	1	1	0	0	0
1	0				
0	1				
0	0				

DESENHE DIAGRAMAS LÓGICOS PARA AS TABELAS DE E/S ABAIXO.

(9)

ENTRADA		SAÍDA
1	1	0
1	0	1
0	1	0
0	0	0

(10)

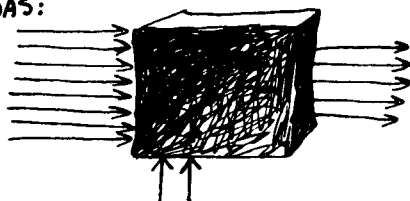
ENTRADA		SAÍDA
1	1	0
1	0	1
0	1	1
0	0	1

(11)

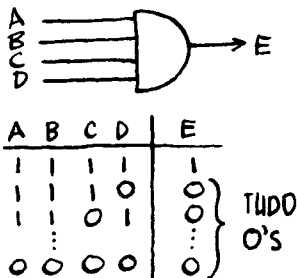
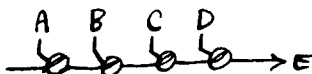
ENTRADA		SAÍDA
1	1	1
1	0	0
0	1	1
0	0	1

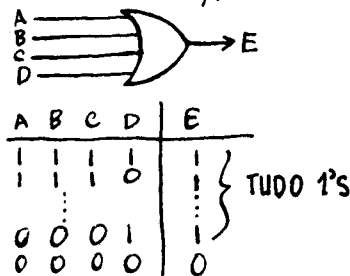
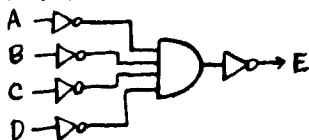
(12)

ENTRADA		SAÍDA
1	1	0
1	0	1
0	1	1
0	0	0

AS PORTAS LÓGICAS POSSUEM SOMENTE UMA OU DUAS ENTRADAS E UMA SÓ SAÍDA — MAS OS COMPONENTES DO COMPUTADOR SE APRESENTAM COM ENTRADAS E SAÍDAS MÚLTIPLAS E TABELAS DE E/S COMPLICADAS:

O EMPOLGANTE DA COISA ESTÁ EM SE PODER REALIZAR ***QUALQUER*** TABELA POR UMA COMBINAÇÃO DE PORTAS LÓGICAS!

NESTE PONTO AS PORTAS DE MÚLTIPLAS ENTRADAS AJUDAM. VEJA UMA PORTA-***E*** DE 4 ENTRADAS:

A	B	C	D	E
1	1	1	1	1
1	1	1	0	0
1	1	0	1	0
⋮				⋮
0	0	0	0	0

PORTANTO,
E=1 SE A=B=C=D=1 E E=0 EM QUALQUER OUTRO CASO. PODE SER REALIZADA COM QUATRO CHAVES EM SÉRIE:

ANALOGAMENTE, TEM-SE A PORTA-***OU*** DE MÚLTIPLAS ENTRADAS:

A	B	C	D	E
1	1	1	1	1
1	1	1	0	1
⋮				⋮
0	0	0	1	1
0	0	0	0	0

PODE SER REALIZADA COM UMA PORTA-***E*** E ALGUNS INVERSORES:

A SOLUÇÃO DO PROBLEMA DE NÚMERO 12 MOSTRARÁ COMO REALIZAR UMA DADA TABELA DE E/S:

A TABELA MOSTRA C=1 SE A=1 E B=0 OU A=0 E B=1.
C=0 NOS DEMAIS CASOS.

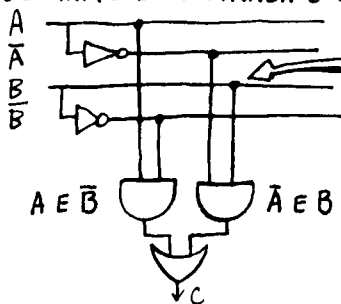
ESCREVENDO NÃO-A COMO $\bar{A}$, PASSA-SE A TER:

C=1 SE A=1 E $\bar{B}$=1 OU $\bar{A}$=1 E B=1.

C=0 NOS DEMAIS CASOS.

EM OUTRAS PALAVRAS,

$$C = (A \text{ E } \bar{B}) \text{ OU } (\bar{A} \text{ E } B).$$

UMA FORMA DE DESENHAR O CIRCUITO É DISPOR, NUMA DIREÇÃO, OS SINAIS DE ENTRADA E SEUS INVERSOS—

ESTE MÉTODO TAMBÉM SE APLICA A MAIS ENTRADAS. POR EXEMPLO:

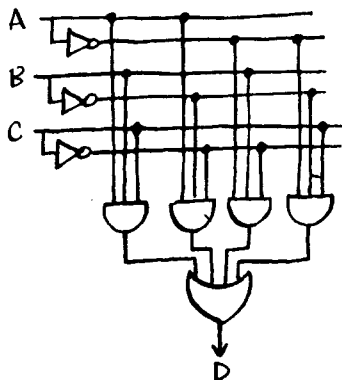
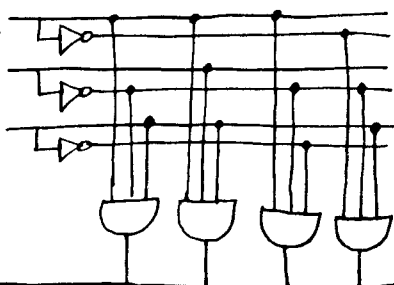
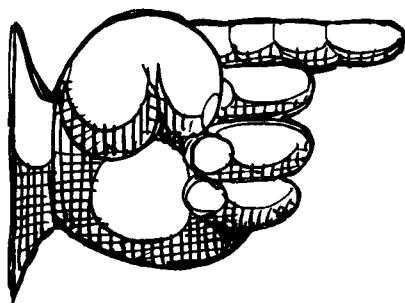
A	B	C	D
1	1	1	1
1	1	0	0
1	0	1	0
1	0	0	1
0	1	1	0
0	1	0	1
0	0	1	1
0	0	0	0

MARCA-SE, OUTRA VEZ, AS LINHAS QUE DÃO SAÍDA = 1.

VEJA TODAS AS COMBINAÇÕES DE ENTRADAS POSSÍVEIS!

NESTE CASO,

$$D = (A \text{ E } B \text{ E } C) \text{ OU } (A \text{ E } \bar{B} \text{ E } \bar{C}) \text{ OU } (\bar{A} \text{ E } B \text{ E } \bar{C}) \text{ OU } (\bar{A} \text{ E } \bar{B} \text{ E } C).$$

PASSE OS SINAIS E SEUS INVERSOS NA HORIZONTAL, LIGUE AS PORTAS-**E** E, A SEGUIR, UMA PORTA-**OU**!

AGORA, IMAGINE O COMPUTADOR COMO TENDO TUDO CODIFICADO EM 1'S E 0'S. A COMBINAÇÃO CORRETA DE PORTAS LÓGICAS PODE TRANSFORMÁ-LOS DE ACORDO COM NOSSA VONTADE.

MAS AINDA NÃO VIMOS, REALMENTE, COMO AS PORTAS LÓGICAS RESOLVEM OS PROBLEMAS PARA CUJA SOLUÇÃO SE PROJETOU O COMPUTADOR:

As perguntas:

HÁ ALGUM JEITO NATURAL DE REPRESENTAR NÚMEROS USANDO SÓ 0's E 1's?

AS OPERAÇÕES ARITMÉTICAS PODEM SER REALIZADAS A PARTIR DA LÓGICA?

A resposta

(QUE NOS FAZ VOLTAR ATÉ NOSSO VELHO "CHAPA" LEIBNIZ):

O SISTEMA É CHAMADO

NOSSO SISTEMA DECIMAL, DE BASE DEZ, DERIVA DE TERMOS DEZ DEDOS — UM ACASO DA NATUREZA! SE TIVÉSSEMOS ***DOIS*** DEDOS, COMO O BICHO PREGUIÇA, ENTÃO TRABALHARÍAMOS COM NÚMEROS BINÁRIOS.

EU PODERIA CONTAR GRUPOS DE QUATRO, MAS SÓ TENHO UMA PATA LIVRE!

O BICHO PREGUIÇA SEMPRE CONTA EM BINÁRIO!

OBSERVE O SÍMBOLO "10" — "UM-ZERO". ESQUEÇA QUE ELE NORMALMENTE SIGNIFICA DEZ! ESQUEÇA ISTO! PARE DE CHAMÁ-LO ASSIM! HÁ ALGUMA COISA NELE QUE IMPLIQUE "DEZ"? **NÃO!!** É APENAS **UM** SEGUIDO POR UM **ZERO** — E, OLHANDO BEM, **NADA TEM A VER** COM DEZ!!!

O SÍMBOLO SÓ CENTELHA "DEZ" NA SUA MENTE PORQUE VOCÊ SEMPRE O CHAMOU ASSIM ... É COMO UM RITUAL: VOCÊ REPETE E REPETE E A COISA FICA AUTOMÁTICA!

NA VERDADE, "10" QUER DIZER:

1 (UMA) MÃO-CHEIA* E

0 (ZERO) DEDOS ABERTOS.

* LEMBRE-SE: NA P. 24 CONVENCIONAMOS QUE MÃO-CHEIA REPRESENTA DEZ DEDOS ABERTOS E NÃO CINCO!

NOSSO "10" É DEZ PORQUE TEMOS DEZ DEDOS... MAS, PARA UM SER COM, DIGAMOS, OITO DEDOS, 10 SIGNIFICARIA OITO!

NO CASO EM VISTA, COM APENAS ***DOIS*** DEDOS NA MÃO-CHEIA... 10 SIGNIFICA

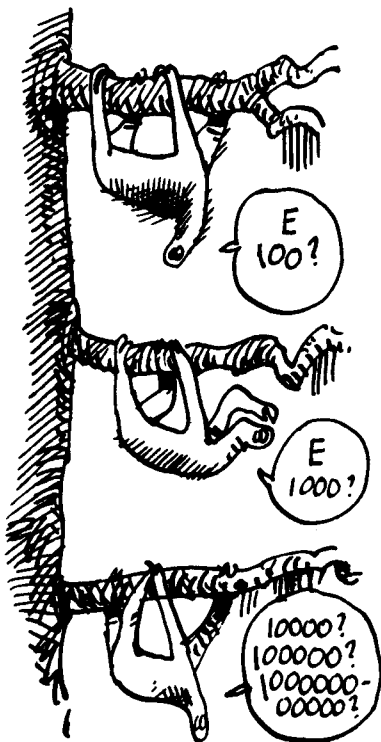
DOIS!!

ASSIM TEMOS:

$$10_{\text{BINÁRIO}} = 2_{\text{DECIMAL}}$$

NOTA: **NÃO** LEIA A EQUAÇÃO COMO "DEZ IGUAL A DOIS". DEZ NUNCA É IGUAL A DOIS!! "UM-ZERO EM BINÁRIO" É IGUAL A DOIS!!

DOIS DOIS DOIS DOIS

DOIS DOIS DOIS DOIS DOIS DOIS DOIS DOIS

DA MESMA FORMA, **100** — "UM-ZERO-ZERO" SIGNIFICA

1 MÃO-CHEIA DE MÃOS-CHEIAS.

NA BASE DEZ, ISTO É 10X10, OU CEM. BEM, EM BINÁRIO ISTO TAMBÉM É 10X10 — MAS O RESULTADO É APENAS ***QUATRO!***

1000 É

$10 \times 10 \times 10 = 2 \times 2 \times 2 = 8$

⋮

E, GENERALIZANDO 1 SEGUIDO DE N ZEROS É:

$\underbrace{2 \times \ldots\ldots \times 2}_{N \text{ VEZES}} = 2^N$

("DOIS ELEVADO À POTÊNCIA N").

NA ERA DO COMPUTADOR, TODOS SERÃO OBRIGADOS POR LEI A DECORAR AS POTÊNCIAS DE DOIS, ATÉ 2^{10}. O MELHOR É NÃO ESPERAR! EVITE SER PRESO, FAÇA ISTO AGORA!

$1 = 2^0 = 1$
$10 = 2^1 = 2$
$100 = 2^2 = 4$
$1000 = 2^3 = 8$
$10000 = 2^4 = 16$
$100000 = 2^5 = 32$
$1000000 = 2^6 = 64$
$10000000 = 2^7 = 128$
$100000000 = 2^8 = 256$
$1000000000 = 2^9 = 512$
$10000000000 = 2^{10} = 1024$

QUALQUER OUTRO NÚMERO BINÁRIO — 101, 1111, 11000, E TODAS AS DEMAIS COMBINAÇÕES DE 0's E 1's — É UMA SOMA DAS POTÊNCIAS DE DOIS. A ANALOGIA COM DECIMAL É PERFEITA.

EM DECIMAL:	EM BINÁRIO:	
497 =	111110001 =	
400	100000000	256
+ 90	+ 10000000	128
+ 7	+ 1000000	64
	+ 100000	32
	+ 10000	16
	+ 1	1
		497

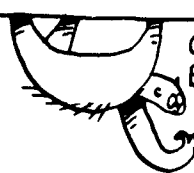
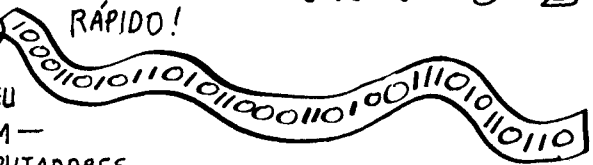
PARA CONVERTER BINÁRIO EM DECIMAL BASTA ESCREVER AS POTÊNCIAS DE DOIS NOS LUGARES CERTOS E SOMAR AS QUE ENCIMAM UM 1.

... 2^{10}	2^9	2^8	2^7	2^6	2^5	2^4	2^3	2^2	2	1
		1	0	0	0	1	1	0	1	0

256 + 16 + 8 + 2 = 282

AGORA É A SUA VEZ. CONVERTA PARA DECIMAL:

(1) 11 (2) 101 (3) 1111111 (4) 1101010101101

BINÁRIO	DECIMAL
0	0
1	1
10	2
11	3
100	4
101	5
110	6
111	7
1000	8
1001	9
1010	10
1011	11
1100	12
1101	13
1110	14
1111	15
10000	16
10001	17
10010	18
10011	19
10100	20
⋮	⋮
ETC!	ETC!

ISTO DIFICULTA SEU USO PELO HOMEM — MAS PARA COMPUTADORES ELES SÃO IDEAIS!!

A ARITMÉTICA BINÁRIA É SIMPLES. HÁ APENAS 5 REGRAS A LEMBRAR:

$$0 + 0 = 0$$

$$0 + 1 = 1$$

$$1 + 0 = 1$$

$$1 + 1 = 10$$

E A QUINTA E CONVENIENTE REGRA:

$$1 + 1 + 1 = 11$$

PARA SOMAR DOIS NÚMEROS BINÁRIOS, AGE-SE DA DIREITA PARA A ESQUERDA, COLUNA A COLUNA, TRANSPORTANDO UM 1 QUANDO FOR O CASO. EIS UM EXEMPLO PASSO A PASSO:

```
                  1         11         11
 1110      1110      1110      1110
  111       111       111       111
-----     -----     -----     -----
    1        01       101     10101
```


ALGUMAS SOMAS PARA TREINAR:

```
 100     11     11001     11011      1111111111
+  1    + 1    + 1100    +11011     +1111111111
----    ---    ------    ------     -----------
```

➡ QUAL É A SOMA DE UM NÚMERO BINÁRIO COM ELE MESMO?

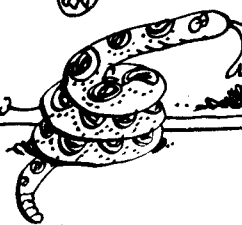
OUTRA COISA LINDA NOS BINÁRIOS:

É O CHAMADO MÉTODO DO "COMPLEMENTO DE DOIS". VOCÊ COMEÇA ***INVERTENDO*** O NÚMERO A SUBTRAIR, TAL QUE TODO 1 VIRE 0 E VICE-VERSA. A SEGUIR, SOME O MINUENDO AO SUBTRAENDO INVERTIDO. ENTÃO SOME 1 AO RESULTADO. IGNORE O TRANSPORTE FINAL E EIS A RESPOSTA!

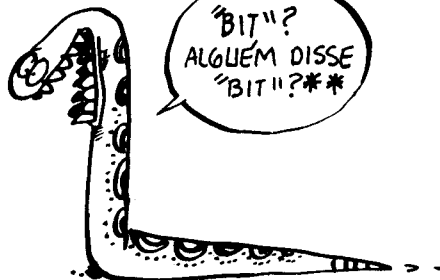
MULTIPLICAÇÃO BINÁRIA — E QUALQUER MULTIPLICAÇÃO — É FACTÍVEL POR ADIÇÕES SUCESSIVAS: PARA FAZER A×B, BASTA SOMAR A A SI MESMO B VEZES. ANALOGAMENTE, DIVISÃO PODE SER FEITA POR SUBTRAÇÕES SUCESSIVAS.

110 × 11 =

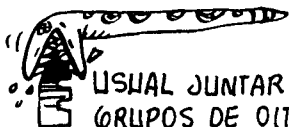
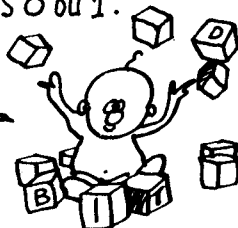
```
  110  }
+ 110  } 11 VEZES
+ 110  }
 10010
```

O computador pode fazer toda a aritmética por somas!!

O SOMADOR

ANTES DE MOSTRAR O SOMADOR,* MONTADO COMO UMA COMBINAÇÃO DE PORTAS LÓGICAS, PRECISAMOS DE UM "BIT" DE TERMINOLOGIA.

"BIT"? ALGUÉM DISSE "BIT"?**

BIT É UMA CONTRAÇÃO DE "**BI**NARY DIGI**T**." ELE REPRESENTA UM SIMPLES 0 OU 1.

SERÁ QUE É **BI**NARY DIGI**T** OU **B**INARY DIG**IT**?

B I T

É USUAL JUNTAR BITS EM GRUPOS DE OITO. CADA CADEIA DE 8 BITS É CHAMADA DE → **BYTE**.

HÁ 2^8, OU 256 BYTES DIFERENTES, DESDE 00000000 ATÉ 11111111.

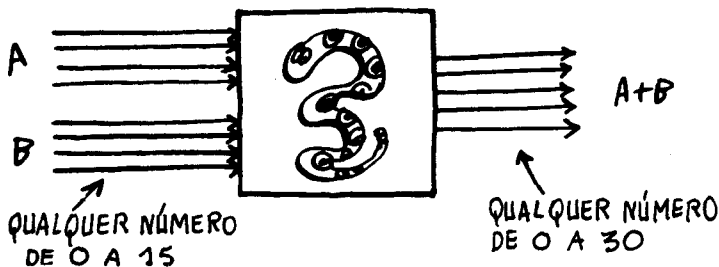
*N.T. "ADDER", EM INGLÊS, SIGNIFICA SOMADOR. MAS SIGNIFICA, TAMBÉM, VÍBORA.

**N.T. TROCADILHO COM "BIT" QUE SIGNIFICA MORDEU OU PICOU.

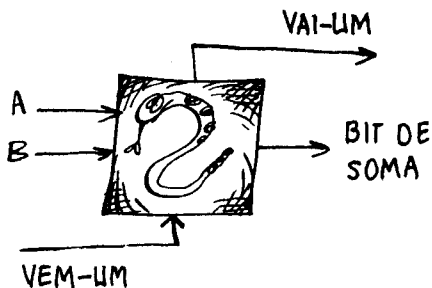
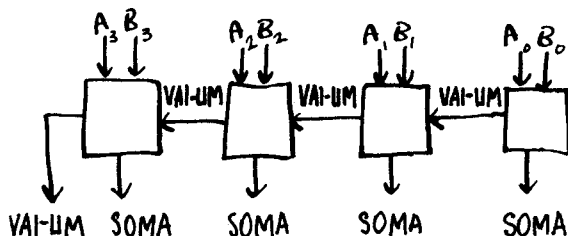
AGORA VEJAMOS COMO QUÊ UM SOMADOR SE PARECE.

PARA POUPAR DESENHO, FAÇAMOS UM SOMADOR DE 4 BITS, OU SEJA, CAPAZ DE SOMAR DOIS NÚMEROS DE 4 BITS.

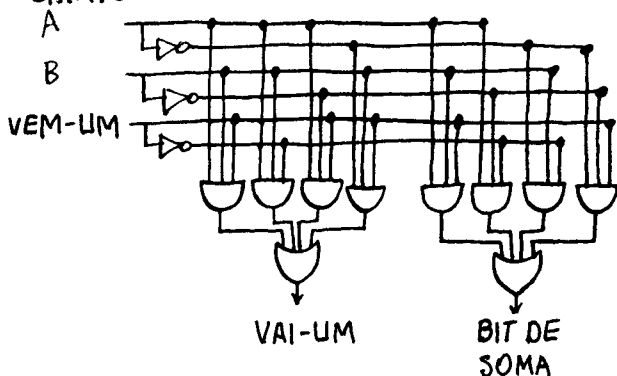
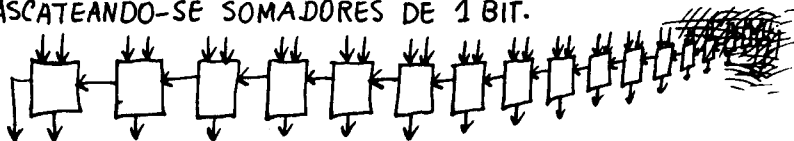
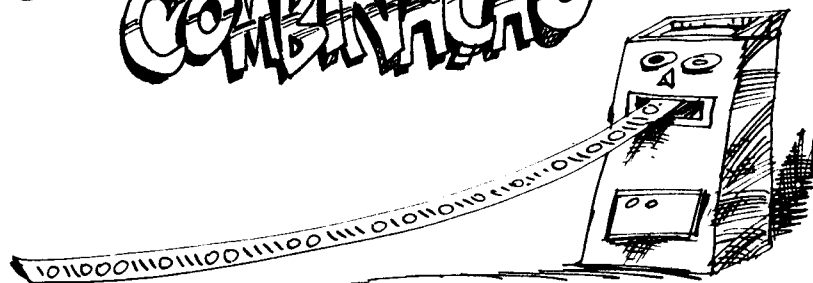
A = 1110
B = 1011
11001

A **ENTRADA** DO NOSSO SOMADOR RECEBE 8 BITS, QUATRO DE CADA NÚMERO. A **SAÍDA** É DE 5 BITS, SENDO O QUINTO UM POSSÍVEL VAI-UM. ALGO ASSIM:

COMO PROCEDER? UMA MANEIRA É FAZER UMA ENORME TABELA DA VERDADE COMBINANDO TODAS AS POSSÍVEIS ENTRADAS E BUSCANDO AS SAÍDAS PARA CADA COMBINAÇÃO. A SEGUIR UMA VASTA BAGUNÇA DE Es E OUs FORÇA A SOLUÇÃO. ISTO É POSSÍVEL MAS A TAREFA É DE ARREPIAR OS CABELOS.

OU DE GELAR A ESPINHA CASO VOCÊ SEJA CARECA!

O SOMADOR DE 1 BIT POSSUI TRÊS ENTRADAS — OS DOIS BITS A SOMAR E UM VEM-UM — E DUAS SAÍDAS — O BIT DE SOMA E O DE VAI-UM.

A TABELA DE E/S PARA O SOMADOR DE 1 BIT:

A	B	VEM-UM	VAI-UM	BIT DE SOMA
1	1	1	1	1
1	1	0	1	0
1	0	1	1	0
1	0	0	0	1
0	1	1	1	0
0	1	0	0	1
0	0	1	0	1
0	0	0	0	0

ELA NÃO É PROBLEMA! FAZ-SE, RAPIDAMENTE, UM ARRANJO DE PORTAS LÓGICAS QUE PRODUZ QUALQUER TABELA DE E/S. NO CASO, BASTA TRATAR SEPARADAMENTE CADA COLUNA DAS SAÍDAS:

PODE-SE SOMAR DOIS NÚMEROS DE QUALQUER TAMANHO CASCATEANDO-SE SOMADORES DE 1 BIT.

AS DUAS ÚLTIMAS SEÇÕES APONTAM PARA OS BINÁRIOS COMO OS NÚMEROS IDEAIS PARA UMA MÁQUINA FEITA DE CHAVES LIGA/DESLIGA. CONTUDO, COMPUTADORES USAM DIVERSAS VARIAÇÕES DESSA IDÉIA BÁSICA.

INTEIROS, OU NÃO-FRACIONÁRIOS – CASO SEJAM PEQUENOS – PODEM FICAR EM BINÁRIO PURO. POR EXEMPLO,

185

PODE FICAR

1	0	1	1	1	0	0	1

A NOTAÇÃO DE **PONTO* FLUTUANTE** É ADEQUADA PARA NÚMEROS GRANDES OU FRACIONÁRIOS. POR EXEMPLO, 19.700.030,2 PODE SER CODIFICADO COMO O EQUIVALENTE BINÁRIO DE | 197 5 | SIGNIFICANDO 197×10^5. ESTA NOTAÇÃO EM GERAL IMPLICA ARREDONDAMENTO.

DECIMAL CODIFICADO EM BINÁRIO MANTÉM O PADRÃO DECIMAL, CODIFICANDO CADA DÍGITO COMO 4 BITS. POR EXEMPLO, 967 FICA:

1001	0110	0111
9	6	7

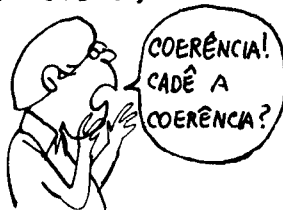
*N.T. O INGLÊS USA PONTO DECIMAL EM VEZ DE VÍRGULA.

E COMO FICAM AS INFORMAÇÕES **NÃO**-NUMÉRICAS — O ALFABETO, SINAIS DE PONTUAÇÃO, OUTROS SÍMBOLOS, E MESMO O ESPAÇO EM BRANCO??

NÃO HAVENDO UMA MANEIRA NATURAL DE CODIFICAR ISSO EM 0's E 1's, OS CIENTISTAS DA COMPUTAÇÃO ADOTARAM, DE COMUM ACORDO, UM CÓDIGO PADRÃO:

ASCII,

(THE AMERICAN STANDARD CODE FOR INFORMATION INTERCHANGE).*

(REALMENTE, O ASCII É USADO POR TODOS, MAS A **IBM** TEM SEU CÓDIGO PRÓPRIO, O EBCDIC.)

PRIMEIROS TRÊS BITS

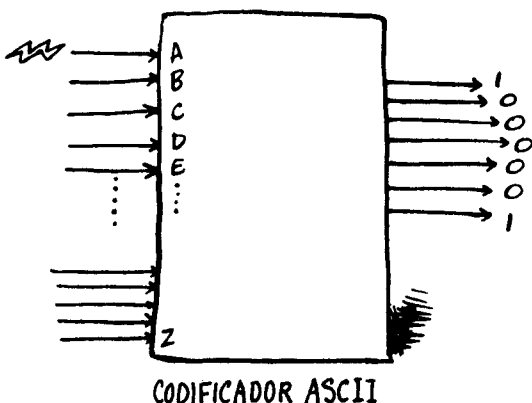
PRÓXIMOS QUATRO BITS	000	001	010	011	100	101	110	111
0000	NUL	DLE	SP	0	@	P	`	p
0001	SOH	DC1	!	1	A	Q	a	q
0010	STX	DC2	"	2	B	R	b	r
0011	ETX	DC3	#	3	C	S	c	s
0100	EOT	DC4	$	4	D	T	d	t
0101	ENQ	NAK	%	5	E	U	e	u
0110	ACK	SYN	&	6	F	V	f	v
0111	BEL	ETB	'	7	G	W	g	w
1000	BS	CAN	(	8	H	X	h	x
1001	HT	EM	)	9	I	Y	i	y
1010	LF	SUB	*	:	J	Z	j	z
1011	VT	ESC	+	;	K	[	k	{
1100	FF	FS	,	<	L	\	l	|
1101	CR	GS	-	=	M	]	m	}
1110	SO	RS	.	>	N	^	n	~
1111	SI	US	/	?	O	—	o	DEL

☆ ASSIM, A LETRA "T" É CODIFICADA COMO 101 0100... ETC!

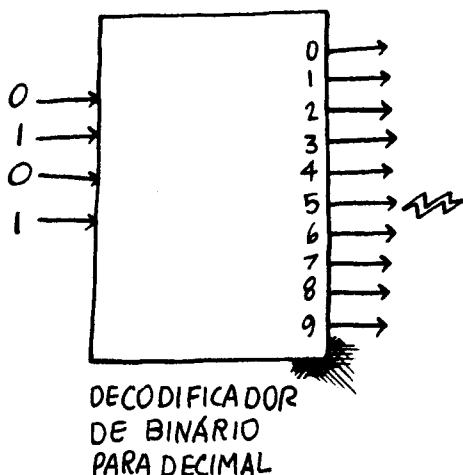
☆ AS DUAS PRIMEIRAS COLUNAS CONTÊM CARACTERES DE CONTROLE, COMO LF (LINE FEED = AVANCE LINHA) E OUTROS.

*N.T. CÓDIGO PADRÃO AMERICANO PARA TROCA DE INFORMAÇÕES.

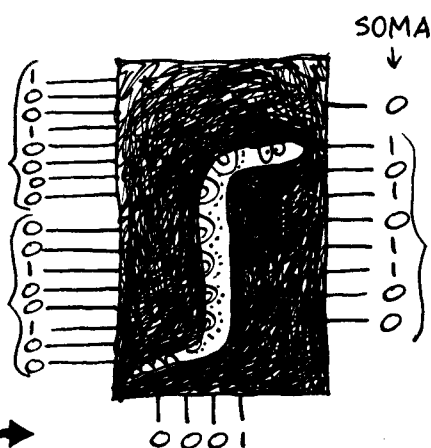
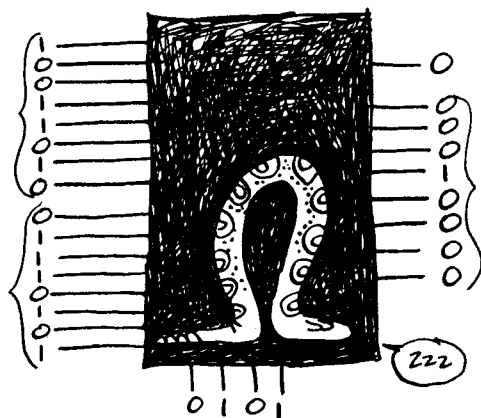
PARA CODIFICAR E DECODIFICAR DADOS, OS COMPUTADORES USAM DISPOSITIVOS LÓGICOS CHAMADOS, MUITO APROPRIADAMENTE, **CODIFICADORES** E **DECODIFICADORES**.

UM **CODIFICADOR** APARECE NORMALMENTE COM MUITAS ENTRADAS E POUCAS SAÍDAS. SINAL EM UMA DAS ENTRADAS PRODUZ UMA COMBINAÇÃO NA SAÍDA. POR EXEMPLO, UM TECLADO É CONECTADO A UM CODIFICADOR QUE TRANSFORMA O TOQUE NUMA TECLA NO CÓDIGO ASCII CORRESPONDENTE.

CODIFICADOR ASCII

UM **DECODIFICADOR** ATUA NO EXTREMO OPOSTO, CONVERTENDO UMA COMBINAÇÃO DE BITS EM UM ÚNICO SINAL DE SAÍDA. UM DECODIFICADOR TRANSFORMA QUATRO BITS NUM DÍGITO DECIMAL. OUTRO TRANSFORMA UM ***ENDEREÇO*** DE MEMÓRIA NUM IMPULSO PARA A CELA CORRESPONDENTE. (VEJA P. 155)

DECODIFICADOR DE BINÁRIO PARA DECIMAL

A INFORMAÇÃO, UMA VEZ CODIFICADA, ESTÁ PRONTA PARA PROCESSAMENTO PELA MAIS SOFISTICADA COMBINAÇÃO DE PORTAS DO COMPUTADOR, A

UNIDADE LÓGICA E ARITMÉTICA (OU ULA, ABREVIADAMENTE).

ELA É A PARTE CENTRAL DO PROCESSAMENTO NOS COMPUTADORES. SOMA, SUBTRAI, MULTIPLICA, COMPARA, DESLOCA E EXECUTA UMA BATELADA DE OUTRAS OPERAÇÕES LÓGICAS. A FIGURA ILUSTRA UMA ULA DE 8 BITS, MAS DEPENDENDO DO COMPUTADOR SUA CAPACIDADE PODE IR DE 4 A 60 BITS.

OUTRA OPERAÇÃO (0101, DIGAMOS) PODE **COMPARAR** DOIS BYTES, BIT A BIT, E SOLTAR UM 1, CASO SEJAM IGUAIS (ENTREMENTES, O SOMADOR "TIRA UMA PESTANA").

A LISTA DA PÁGINA 182 LHE DÁ UMA IDÉIA DA FANTÁSTICA CAPACIDADE DE UMA ULA.

A ULA SOZINHA PODERIA SER A UNIDADE CENTRAL DE PROCESSAMENTO, EXCETO POR UM DETALHE: É INCAPAZ DE ***ARMAZENAR*** RESULTADOS. RETORNANDO À ANALOGIA COMO COZINHAR, PODERÍAMOS DIZER QUE CARECE DE DEPÓSITO. ONDE PODERIA A VOVÓ DO BABBAGE GUARDAR SEU ESPAGUETE?

ATRASADO, COMO SEMPRE!

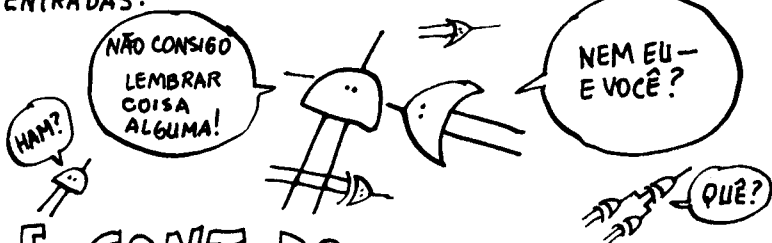
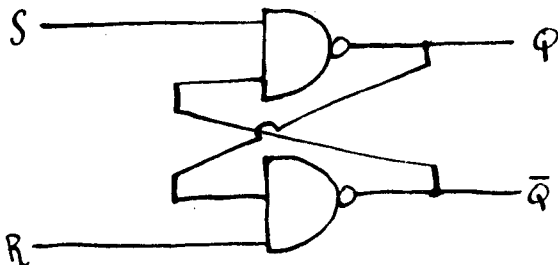
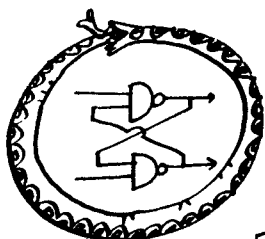
EMBORA CAPAZ DE MILAGRES DE E/S A ULA NÃO PODE ***LEMBRAR*** DE NADA — E É AÍ QUE OS ***FLIP-FLOPS*** ENTRAM...

VERSÁTEIS COMO SÃO, AS COMBINAÇÕES LÓGICAS COM AS QUAIS ESTAMOS A PROJETAR AINDA NÃO POSSUEM MEMÓRIA. AS SAÍDAS PERMANECEM APENAS ENQUANTO SE MANTÊM AS ENTRADAS.

HAM?

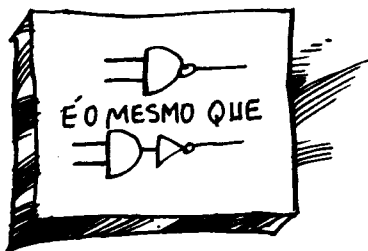
NÃO CONSIGO LEMBRAR COISA ALGUMA!

NEM EU — E VOCÊ?

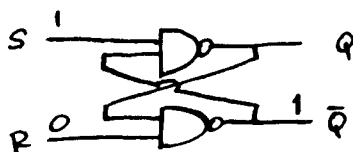
QUÊ?

E, CONTUDO — HÁ UMA FORMA DE CONECTAR ESTAS PORTAS LÓGICAS PORÉM "ESQUECIDAS", DE TAL MODO QUE PASSEM A ***MANTER*** UMA SAÍDA INDEFINIDAMENTE: O ***FLIP-FLOP***. OLHE UM POUCO PARA ISTO!!

AGORA O FATO ESTRANHO DE UM FLIP-FLOP MORDER A PRÓPRIA CAUDA, OBSERVE A PORTA DESCONHECIDA USADA NA CONSTRUÇÃO. É CHAMADA

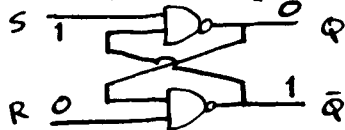
PORTA NÃO-E,

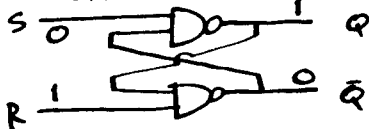
CUJA TABELA DE VERDADE É:

A	B	NÃO-E
1	1	0
1	0	1
0	1	1
0	0	1

AGORA, QUANTO AOS FLIP-FLOP EM AÇÃO:

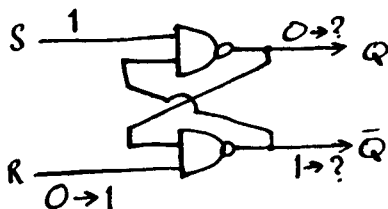
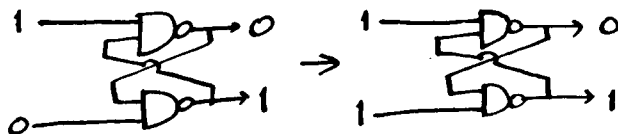
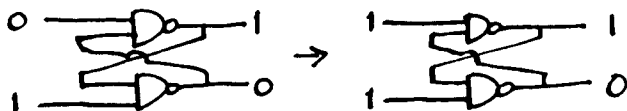
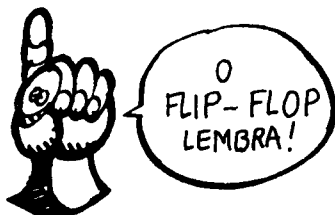
SEJA A ENTRADA S=1, R=0

S 1 — Q
R 0 — 1 $\bar{Q}$

ENTÃO $\bar{Q}$ DEVE SER 1, JÁ QUE O NÃO-E PRODUZ 1 COM AMBAS AS ENTRADAS EM 0. REALIMENTANDO NA PORTA SUPERIOR ISTO DÁ Q=0.

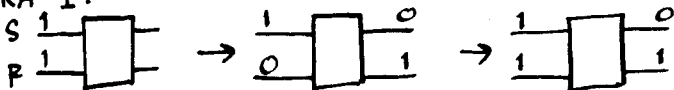
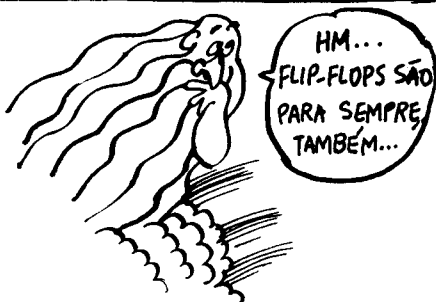
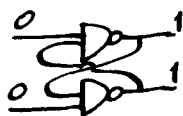
S 1 — 0 Q
R 0 — 1 $\bar{Q}$

E SE S=0, R=1? BOM, BASTA PÔR DE PONTA-CABEÇA O DIAGRAMA ANTERIOR:

S 0 — 1 Q
R 1 — 0 $\bar{Q}$

OK, LINDO! MAS CADÊ A MEMÓRIA?

EHH! QUÊ?

AGORA, O QUE ACONTECE QUANDO AS ENTRADAS MUDAM? SUPONHA QUE SE PARTA DE (S=1, R=0), O QUE OCORRE NA SAÍDA QUANDO MUDAMOS PARA (S=1, R=1)?

A RESPOSTA É: **NADA!** A ENTRADA DA PORTA ***NÃO-E*** INFERIOR PERMANECE (0,1), ASSIM, SUA SAÍDA $\bar{Q}$ PERMANECE EM 1, PORTANTO Q SE MANTÉM EM 0.

MAS PRECISAMENTE A MESMA LINHA DE RACIOCÍNIO PROVA QUE A SAÍDA NÃO MUDA QUANDO A ENTRADA PASSA PARA (S=1, R=1) VINDO DE (S=0, R=1):

UM POUCO MISTERIOSO, NÃO? A MESMA ENTRADA (S=R=1) PRODUZ DOIS RESULTADOS, DEPENDENDO DA ENTRADA ANTERIOR!

A FORMA DE USAR UM FLIP-FLOP É ESTA: COMEÇA-SE ESTABELECENDO A ENTRADA CONSTANTE (S=1, R=1) E A SAÍDA DEUS-SABE-O-QUÊ:

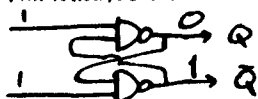
VOCÊ **ATIVA** O FLIP-FLOP (ISTO É, FAZ Q=1) PULSANDO UM O MOMENTÂNEO NO FIO S E, A SEGUIR, RETORNANDO-O PARA 1:

OU VOCÊ PODE **DESATIVAR** (FAZER Q=O) PULSANDO UM O NO FIO R, E, A SEGUIR, VOLTANDO-O PARA 1:

EM AMBOS OS CASOS, O FLIP-FLOP COM AS ENTRADAS EM (1,1) MANTERÁ A SAÍDA ATÉ QUE ELA SEJA ALTERADA POR UM NOVO O ENTRANDO EM R OU EM S.

FALTA VERIFICAR A COMBINAÇÃO (R=S=0) NA ENTRADA. É FÁCIL VER QUE PRODUZ A SAÍDA $Q=\overline{Q}=1$:

O QUE OCORRE QUANDO A ENTRADA VOLTA A (1,1)?

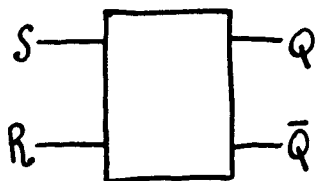
A RESPOSTA É POUCO CLARA: DEPENDE DE QUAL, Q OU $\overline{Q}$, VAI PARA O PRIMEIRO!! (UM TEM QUE IR)

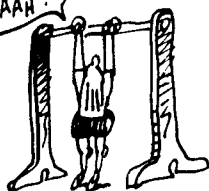
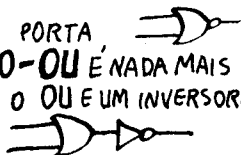
SE $\overline{Q}$ MUDAR PRIMEIRO, NÓS OBTEMOS:

JÁ SE Q MUDAR PRIMEIRO, TEREMOS:

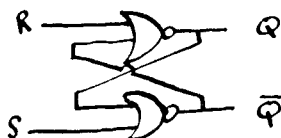
1
0
Q
1
1
Q̄

COMO NÃO HÁ FORMA DE SABER QUAL VAI MUDAR PRIMEIRO E NÃO QUEREMOS NOSSOS FLIP-FLOPS EM ESTADOS ALEATÓRIOS, A ENTRADA (S=0, R=0) É

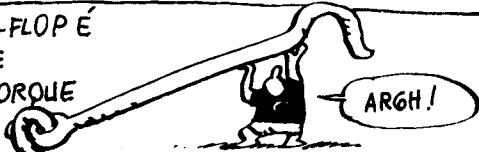
PROIBIDA.

PODEMOS RESUMIR O FLIP-FLOP "R-S" BÁSICO NA FORMA:

S	R	Q	$\overline{Q}$
1	1	NÃO MUDAM	
1	0	0	1
0	1	1	0
0	0	PROIBIDO!	

AS ENTRADAS DOS FLIP-FLOPS SÃO PROJETADAS DE FORMA A GARANTIR QUE O ESTADO PROIBIDO NUNCA OCORRA.

UMA PORTA **NÃO-OU** É NADA MAIS QUE O OU E UM INVERSOR:

EU SOU A VERDADE!

A	B	NÃO-OU
1	1	0
1	0	0
0	1	0
0	0	1

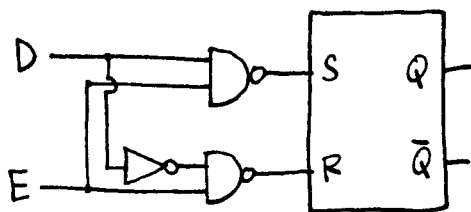
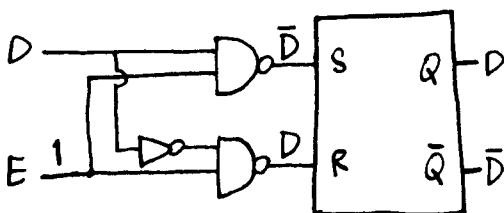
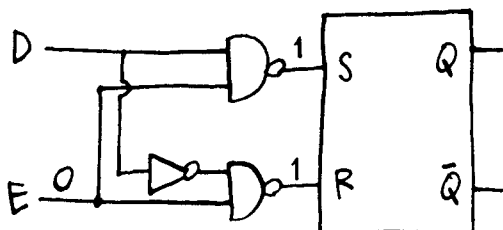
UM FLIP-FLOP R-S BÁSICO PODE SER FEITO TAMBÉM COM PORTAS NÃO-OU:

1. QUAL É A SAÍDA PARA R=0, S=1? PARA S=0, R=1?
2. O QUE ACONTECE QUANDO SE PASSA DESTAS CONDIÇÕES PARA R=S=0?
3. QUAL É A SAÍDA PARA R=1, S=1? O QUE ACONTECE QUANDO SE MUDA PARA R=0, S=0?
4. QUAL A COMBINAÇÃO DE ENTRADA DEVE SER PROIBIDA?
5. SE R=0, S=0, COMO VOCÊ ATIVA ESTE FLIP-FLOP (FAZ Q=1)? COMO VOCÊ O DESATIVA?

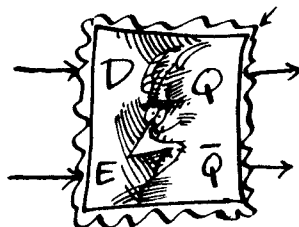
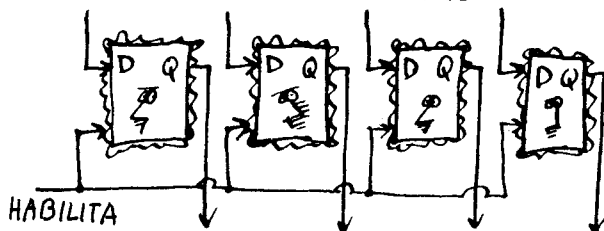
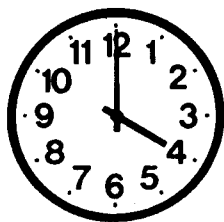
A PROPÓSITO, UM FLIP-FLOP É TAMBÉM CHAMADO DE **LATCH** (TRINCO) PORQUE ELE "TRANCA" O DADO.

REGISTRADORES, CONTADORES & GLITCHES

SE O FLIP-FLOP ARMAZENA UM BIT, UM **REGISTRADOR** ARMAZENA VÁRIOS BITS A UM SÓ TEMPO. É COMO UMA FILA DE CAIXAS, CADA UMA ARMAZENANDO 1 BIT.

UMA FILA DE FLIP-FLOPS PODERIA FAZER O SERVIÇO...

... DE CERTA FORMA! **MAS** SE VOCÊ TENTA FAZER ESTE SERVIÇO CONECTANDO ALGUMAS ENTRADAS EM FLIP-FLOPS R-S, VOCÊ VAI VER TAMBÉM CRESCER A CONFUSÃO!

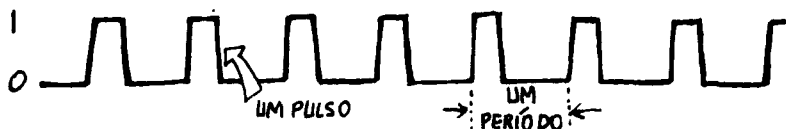
A SOLUÇÃO É ACRESCENTAR UM "CIRCUITO DE PORTA" AO FLIP-FLOP R-S BÁSICO.

AQUI "D" SUGERE ***DADOS*** E "E" REPRESENTA ***HABILITA*** (ENABLE). VEJA QUE O CIRCUITO DE PORTA IMPEDE R E S DE SEREM ZERO SIMULTANEAMENTE.

QUANDO E=1, ENTÃO R=D E S=$\bar{D}$ (NÃO-D). PORTANTO, O VALOR DE D É ARMAZENADO EM Q. EM OUTRAS PALAVRAS, E=1 **HABILITA** O BIT D A SER CARREGADO NO FLIP-FLOP.

QUANDO E=0, S E R FICAM AMBOS EM 1, E O FLIP-FLOP NÃO MUDA. OU SEJA, E=0 BLOQUEIA A ENTRADA DE NOVOS DADOS.

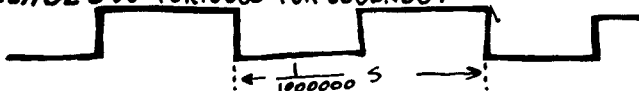
ENTÃO — DENTRO DO ESPÍRITO DE OLVIDAR O FUNCIONAMENTO INTERNO UMA VEZ ENTENDIDO [OU MESMO SEM TÊ-LO ENTENDIDO JAMAIS], INCORPORAMOS O CIRCUITO DE PORTA À CAIXA E PASSAMOS A DESENHAR O LATCH COM ENTRADA DE HABILITAÇÃO NA FORMA

AGORA, O QUE CONTROLA A ENTRADA "HABILITA"?

TÃO LOGO VOCÊ COMECE A ARMAZENAR DADOS, SURGEM QUESTÕES DE ***TEMPO***: POR QUANTO TEMPO ARMAZENAR? QUANTO MOVER? COMO SINCRONIZAR OS SINAIS? ESTAS QUESTÕES SÃO TÃO CRÍTICAS QUE A LÓGICA COM A MEMÓRIA É CHAMADA DE **SEQÜENCIAL**, PARA DISTINGUI-LA DA DESPROVIDA DE MEMÓRIA, QUE É CHAMADA DE **COMBINACIONAL**. PARA MANTER O PASSO DOS DISPOSITIVOS SEQÜENCIAIS,

TODOS OS COMPUTADORES TÊM RELÓGIOS!

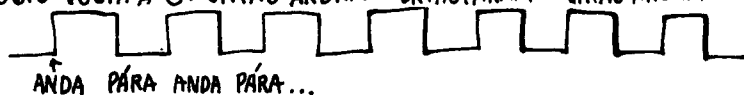
O PULSO DE RELÓGIO É A BATIDA DO CORAÇÃO DO COMPUTADOR—SÓ QUE EM VEZ DE UMA BATIDA QUENTE E SERRILHADA, DE CORAÇÃO HUMANO, COMO ESTA —

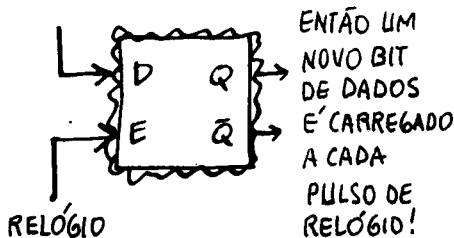
O PULSO DO COMPUTADOR É QUADRADO E FRIO:

1
0
UM PULSO
UM PERÍODO

UM ***PULSO DE RELÓGIO*** É O SURTO DE CORRENTE QUANDO A SAÍDA DO RELÓGIO ESTÁ EM 1. UM ***PERÍODO*** É O INTERVALO ENTRE O INÍCIO DE UM PULSO E O INÍCIO DO SEGUINTE. DEPENDENDO DO COMPUTADOR A FREQÜÊNCIA DO RELÓGIO PODE IR DE CENTENAS DE MILHARES A ***BILHÕES*** DE PERÍODOS POR SEGUNDO!

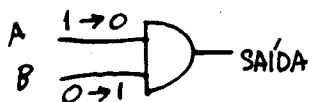
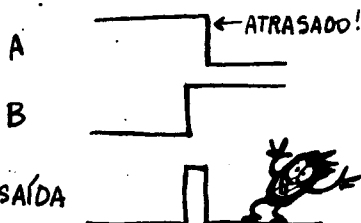
COMPUTADOR LENTO:
$\frac{1}{1000000}$ s

COMPUTADOR RÁPIDO:

A INTENÇÃO AO SE USAR UM RELÓGIO É QUE O ESTADO LÓGICO DO COMPUTADOR MUDE **SOMENTE** AO PULSO DE RELÓGIO. IDEALMENTE, NA VIRADA DO RELÓGIO PARA 1, TODOS OS SINAIS SE MOVEM, E PARAM QUANDO O RELÓGIO VOLTA A O. ENTÃO ANDAM... ENTÃO PARAM... ENTÃO ANDAM...

ANDA PÁRA ANDA PÁRA...

UM EXEMPLO TÍPICO É LIGAR O RELÓGIO À ENTRADA "E" DO LATCH GATILHADO. NESTE CASO, O LATCH RECEBE O NOME DE "FLIP-FLOP D".

D Q
E Q̄
RELÓGIO

ENTÃO UM NOVO BIT DE DADOS É CARREGADO A CADA PULSO DE RELÓGIO!

HI HI

DESGRAÇADAMENTE, AS COISAS RARAMENTE SÃO IDEAIS! UM SINAL GASTA UM TEMPO NÃO NULO PARA PERCORRER UM FIO E, ASSIM, AS COISAS NUNCA ESTÃO EM SINCRONISMO PERFEITO. POR EXEMPLO, SUPONHA UMA PORTA-**E** EM QUE UMA ENTRADA ESTEJA MUDANDO DE 1 PARA O E A OUTRA DE O PARA 1:

SE A MUDA DEPOIS DE B, A SAÍDA GERA UM PULSO ESPÚRIO:

ESTE PULSO É UM **GLITCH** E, ESTREITO COMO É, AINDA PODE FAZER UM FLIP-FLOP!

O GLITCH É ELIMINADO PELO FLIP-FLOP ***MESTRE-ESCRAVO:***

DADOS

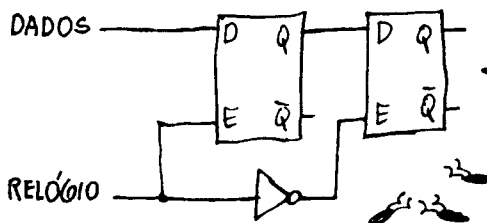
D Q

E $\bar{Q}$

D Q

E $\bar{Q}$

RELÓGIO

NASCEMOS IGUAIS, MESTRE, E SOMENTE MINHA POSIÇÃO ME FAZ ESCRAVO!

O SINAL DO RELÓGIO INVERTIDO QUE CHEGA AO ESCRAVO ATRASA O DADO QUE VEM DO MESTRE ATÉ O ***FINAL*** DE UM PULSO, QUANDO TODOS OS GLITCHES JÁ ERAM. POR EXEMPLO, SUPONHA A CARGA DO BIT **1** NO FLIP-FLOP.

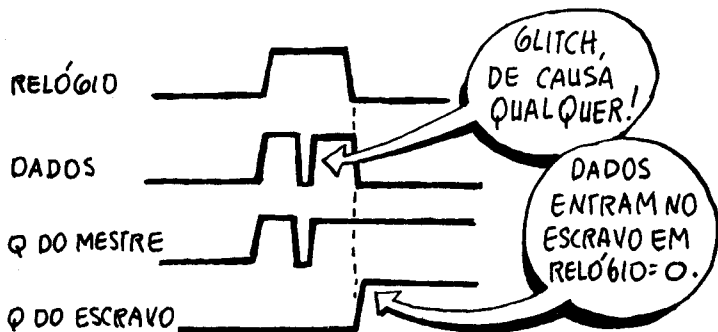
RELÓGIO

DADOS

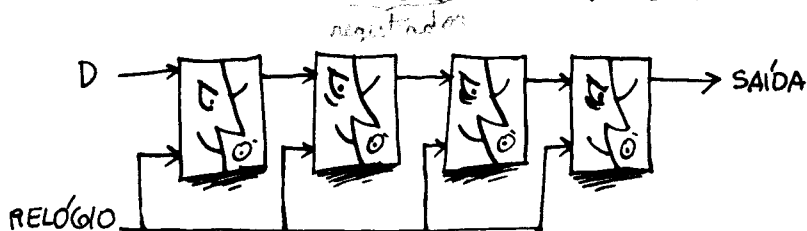
Q DO MESTRE

Q DO ESCRAVO

GLITCH, DE CAUSA QUALQUER!

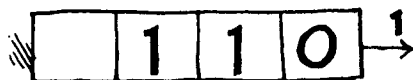
DADOS ENTRAM NO ESCRAVO EM RELÓGIO=0.

COMO SEMPRE, DESENHAMOS A COISA TODA COMO UMA ÚNICA CAIXA!

MONTANDO UM CONJUNTO DE FLIP-FLOPS MESTRES-ESCRAVOS EM SÉRIE OBTEMOS UM **REGISTRO DE DESLOCAMENTO**:

D → SAÍDA

RELÓGIO

NUM REGISTRO DE DESLOCAMENTO OS DADOS ENTRAM BIT A BIT, DESLOCANDO-SE PARA A DIREITA A CADA PULSO DE RELÓGIO.

POR EXEMPLO, O QUARTETO **1101** ENTRARIA NO REGISTRO DE DESLOCAMENTO NA FORMA:

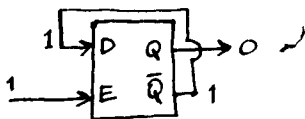
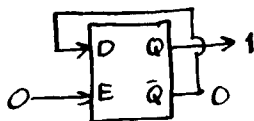
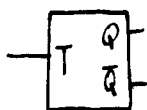
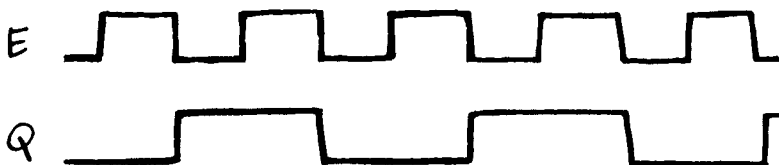
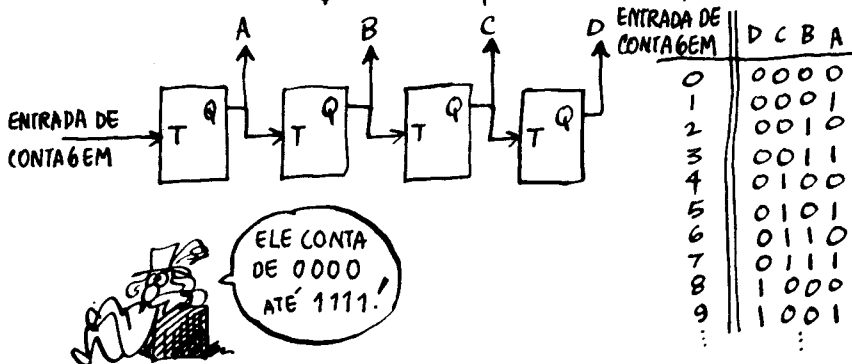
DA MESMA FORMA, O QUARTETO DESLOCA UM BIT ***PARA FORA*** A CADA PULSO.

REGISTROS DE DESLOCAMENTO SERVEM PARA TRANSMISSÃO ***EM SÉRIE***, UM BIT POR VEZ.

UM CONTADOR É PRECISAMENTE O QUE O NOME SUGERE: ALGO QUE CONTA. EM OUTRAS PALAVRAS, É UM REGISTRO QUE SE AUTOINCREMENTA – SOMA 1 AO SEU CONTEÚDO – QUANDO RECEBE ORDEM DE CONTAR:

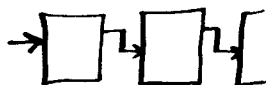
ENTRADA DE CONTAGEM

0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	1
0	0	0	0	0	0	1	0

ETC!

 * N.T. "COUNT" EM INGLÊS, É CONTAGEM E TAMBÉM CONDE. DAÍ A ALEGORIA DO GLAMOUROSO PERSONAGEM DE ALEXANDRE DUMAS.

*N.T. EM INGLÊS "TOGGLES".

ALGUNS PONTOS A DESTACAR:

1

ESTE CONTADOR É CHAMADO "CONTADOR ASSÍNCRONO DE PROPAGAÇÃO" PORQUE A CONTAGEM SE PROPAGA DE FLIP-FLOP EM FLIP-FLOP. ISTO GERA UM PEQUENO ATRASO NA CONTAGEM.

EU CURTO ONDULAÇÕES...

A CHEGADA DO PULSO 16 FAZ O CONTADOR VOLTAR A 0. PARA IR ALÉM DO 15 SÃO PRECISOS MAIS FLIP-FLOPS.

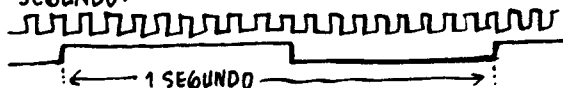
ESTE CONTADOR DE 14 BITS CONTA DE 0 A $2^{14}-1=16.383$

3

O N-ÉSIMO FLIP-FLOP NUM CONTADOR DESTE TIPO ***DIVIDE*** O PULSO DE CONTAGEM POR 2^N. OS RELÓGIOS DIGITAIS BASEIAM-SE NESTE PRINCÍPIO: O PULSO INTERNO DE ALTA FREQÜÊNCIA DE UM RELÓGIO É DIVIDIDO ATÉ CHEGAR EXATAMENTE A 1 CICLO POR SEGUNDO.

RELÓGIO INTERNO:

SAÍDA:

1 SEGUNDO

4

HÁ TAMBÉM CONTADORES ***SÍNCRONOS***, QUE APRESENTAM TODOS OS BITS A UM SÓ TEMPO, E CONTADORES QUE VOLTAM A ZERO EM QUALQUER NÚMERO PRÉ-PROGRAMADO. QUALQUER QUE SEJA O CASO, DAQUI PARA A FRENTE, UM CONTADOR É APENAS OUTRA CAIXA PRETA.

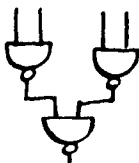
O SURPREENDENTE **NÃO-E:**

1. MOSTRE QUE

CONCLUA QUE ⇒ QUALQUER LÓGICA PODE SER REALIZADA USANDO APENAS **NÃO-E!!!**

2. O MESMO SE APLICA A **NÃO-OU**?

3. MOSTRE QUE

EQUIVALE A

REPROJETE O SOMADOR DA P. 126 USANDO APENAS PORTAS-NÃO-E.

4. DADO UM REGISTRO DE DESLOCAMENTO DE 4 BITS,

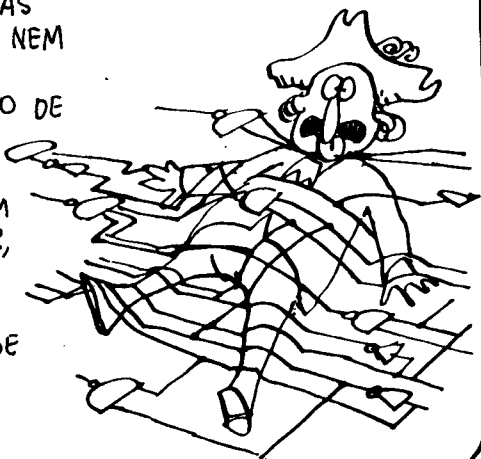
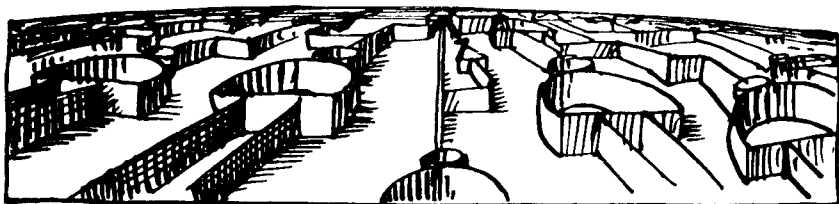
MOSTRE SEU CONTEÚDO APÓS CADA UM DE 4 PULSOS DE RELÓGIO ENTRANDO-SE COM O QUARTETO 0011.

5. COMO VOCÊ DEVERIA CONECTAR UMA CAMPAINHA PARA SOAR QUANDO A CONTAGEM ATINGISSE NOVE (=1001 BINÁRIO)?

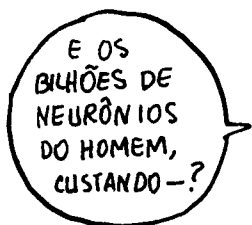
SUGESTÃO: VEJA A CAMPAINHA DO CINTO DE SEGURANÇA À P. 109.

6. MOSTRE PARA SI PRÓPRIO QUE A CONEXÃO DE INVERSORES ÀS SAÍDAS DO CONTADOR LEVA-O A CONTAR PARA TRÁS.

AGORA, CASO VOCÊ ESTEJA SUFOCANDO COM O ESPAGUETE —

OS COMPLEXOS DIAGRAMAS DAS PÁGINAS ANTERIORES NEM DE LONGE PRETENDEM SE COMPARAR À REALIZAÇÃO DE QUALQUER COMPUTADOR. ANTES, MOSTRAM QUE AS FUNÇÕES ESSENCIAIS NUM COMPUTADOR — CALCULAR, COMPARAR, DECODIFICAR, ESCOLHER DADOS E OS ARMAZENAR — BASEIAM-SE TODAS EM **LÓGICA** SIMPLES.

AGORA QUE SE PRESUME QUE VOCÊ CREIA NO PODER DA LÓGICA, DISPENSAMOS OS DIAGRAMAS!

MEMÓRIA
ELETROMECÂNICA
DINÂMICA
VOLÁTIL
ACESSO RANDÔMICO
BOLHA
ESTÁTICA
ROM

NA INFÂNCIA DA COMPUTAÇÃO ELETRÔNICA, ERA MAIS CARO AUMENTAR A MEMÓRIA QUE O PODER DE COMPUTAÇÃO. PROFUSÃO DE PROCESSAMENTO IMPLICAVA RELATIVAMENTE POUCOS COMPONENTES, MAS CADA INCREMENTO DE MEMÓRIA QUERIA DIZER **MAIS** — MAIS LUGARES FÍSICOS, REAIS, PARA GUARDAR COISAS!

DESDE ENTÃO, AS PESQUISAS EM TECNOLOGIA DE MEMÓRIA REDUZIRAM OS CUSTOS CONSIDERAVELMENTE. POR POUCOS MILHÕES DE CRUZEIROS VOCÊ PODE COMPRAR UM MICRO COM MAIS DE 64.000 BYTES DE MEMÓRIA, COMPARADO COM A MEMÓRIA DE 100 NÚMEROS* DO **ENIAC** — A UM CUSTO DE CENTENAS DE MILHÕES!!

*O ENIAC NÃO CALCULAVA EM BINÁRIO.

O MESMO ESFORÇO DE PESQUISA, NO ENTANTO, LEVOU A UMA DESCONCERTANTE BABEL DE TIPOS E TECNOLOGIAS DE MEMÓRIA!!

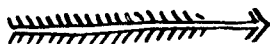
MEMÓRIAS DE CARTÃO, MEMÓRIAS DE FITA, TAMBOR, DISCO, BOLHA, ÓTICA, DE NÚCLEOS, POR ACOPLAMENTO DE CARGAS, E BIPOLAR; VOLÁTIL E NÃO-VOLÁTIL, DINÂMICA E ESTÁTICA, DESTRUTIVA E NÃO-DESTRUTIVA, LÊ/ESCREVE, SÓ DE LEITURA, SÓ DE LEITURA PROGRAMÁVEL, SÓ DE LEITURA PROGRAMÁVEL APAGÁVEL...

PANT

PUFF

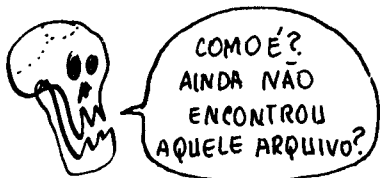
SERÁ QUE EU ESQUECI DE ALGUMA COISA?

NÃO ME LEMBRO...

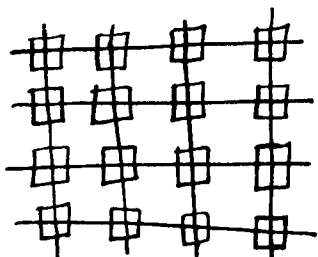
BEM, URGE COMEÇAR POR ALGUM PONTO!!

HÁ UMA DIFERENÇA ESSENCIAL ENTRE DISPOSITIVOS DE MEMÓRIA

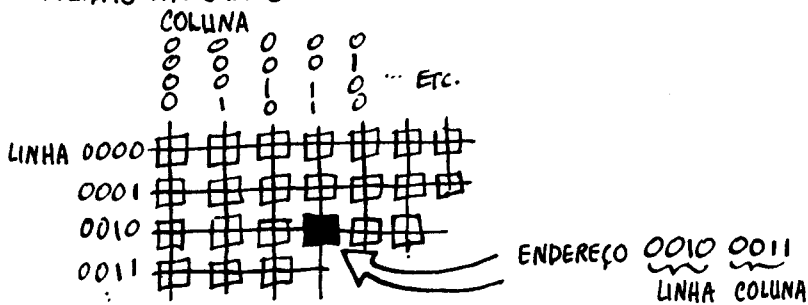
ELETRÔNICOS
E
ELETRO-MECÂNICOS.

AS MEMÓRIAS ELETRÔNICAS, NÃO TENDO PARTES MÓVEIS, SÃO TÃO RÁPIDAS QUANTO O RESTO DO COMPUTADOR.

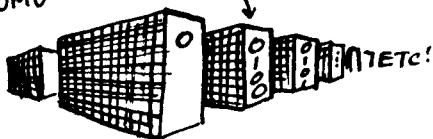
AS MEMÓRIAS ELETROMECÂNICAS, COMO DISCOS OU FITAS MAGNÉTICAS, POSSUEM PARTES MÓVEIS. ISTO AS TORNA MAIS, OU MENOS, LENTAS — DEPENDENDO DO TIPO DA MEMÓRIA.

AS MEMÓRIAS ELETRÔNICAS, POR SUA VELOCIDADE, SÃO IDEAIS COMO MEMÓRIA PRINCIPAL (OU INTERNA) DO COMPUTADOR. JÁ AS ELETROMECÂNICAS APARECEM COMO MEMÓRIAS AUXILIARES, EXTERNAS AO COMPUTADOR.

AS MEMÓRIAS ELETROMECÂNICAS COMPENSAM SUA LENTIDÃO COM UMA CAPACIDADE GIGANTESCA DE ARMAZENAMENTO. UM ÚNICO DISCO RÍGIDO PODE ARMAZENAR 10 MILHÕES DE BYTES, COMPARADO À MEMÓRIA TÍPICA DE UM MICRO QUE É DE 65.536 ($=2^{16}$) BYTES.

PODE-SE IMAGINAR A MEMÓRIA PRINCIPAL COMO UMA GRADE, COM UMA CELA EM CADA INTERSEÇÃO. DEPENDENDO DO COMPUTADOR CADA CELA PODE ARMAZENAR UM BYTE, DOIS BYTES, OU MAIS.

CADA CELA TEM UM **ENDEREÇO** ÚNICO, QUE DÁ SUA POSIÇÃO NA GRADE.

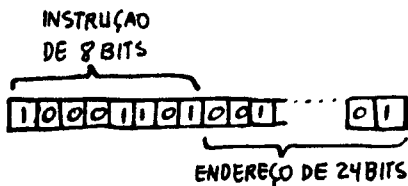
ENDEREÇO 0010 0011
LINHA COLUNA

NA PRÁTICA, PODE HAVER DIVERSAS DESTAS GRADES E, NESTE CASO, O ENDEREÇO ESPECIFICA O NÚMERO DA GRADE, BEM COMO DA LINHA E DA COLUNA NA MESMA.

ENDEREÇO
0101 1001 1110
GRADE LINHA COLUNA

ETC!

NOTA: NÃO CONFUNDA O ENDEREÇO COM O CONTEÚDO DE UMA CELA!!

QUAL É O NÚMERO MÁXIMO DE CELAS QUE O COMPUTADOR PODE ENDEREÇAR? ISTO DEPENDE DO TAMANHO E DA ESTRUTURA DA "PALAVRA" DO COMPUTADOR. POR EXEMPLO, UM COMPUTADOR DE 32 BITS PODE RESERVAR 8 BITS PARA CÓDIGO DE INSTRUÇÃO...

INSTRUÇÃO DE 8 BITS

1	0	0	0	1	1	0	1	0	0	1	....	0	1

ENDEREÇO DE 24 BITS

...E OS DEMAIS 24 BITS PARA ENDEREÇO.

NESTE CASO, O ENDEREÇO PODE VARIAR DE

00000 ···· 0

A

1111 ····· 1 $= 2^{24} - 1$

DANDO 2^{24} POSSÍVEIS CELAS DE MEMÓRIA.

UM MICRO DE 8 BITS, POR OUTRO LADO, PODE PROCESSAR TRÊS BYTES EM SEQÜÊNCIA:

0	0	1	1	0	1	1	1

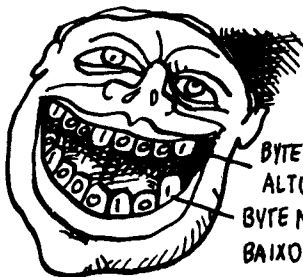
UMA INSTRUÇÃO,

1	0	0	1	1	0	1	0

A PRIMEIRA METADE DE UM ENDEREÇO,

0	0	0	1	0	1	0	0

E A SEGUNDA METADE DE UM ENDEREÇO.

AQUI O ENDEREÇO É DE 16 BITS, DANDO $2^{16} = 65.536$ ENDEREÇOS POSSÍVEIS.

PALAVRAS DE 16 BITS GERALMENTE SÃO DIVIDIDAS EM BYTE MAIS ALTO E MAIS BAIXO.

10001101 00010010

MAIS ALTO MAIS BAIXO

PARA FACILITAR O MANUSEIO DOS ENDEREÇOS, NUM PEQUENO PASSE DE MÁGICA NÓS OS PASSAMOS PARA

HEXADECIMAL,

OU DÍGITOS DE BASE 16.

$10_{HEXA} = 16_{DECIMAL}$

$100_{HEXA} = 16^2 = 256$

$1000_{HEXA} = 16^3 = 4096$

⋮

ETC!

ASSIM COMO A BASE 10 REQUER DÍGITOS DE 0 A 9, A BASE 16 PRECISA DE DÍGITOS DE 0 A 15. OS ADICIONAIS USAM AS LETRAS A A F:

DECIMAL	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
HEXA	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A	B	C	D	E	F

POR EXEMPLO:

$4A0D_{HEXA} =$

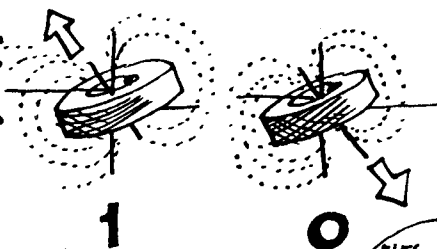
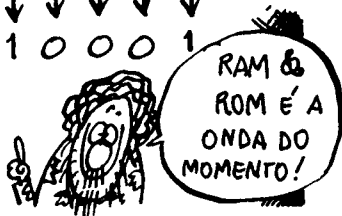
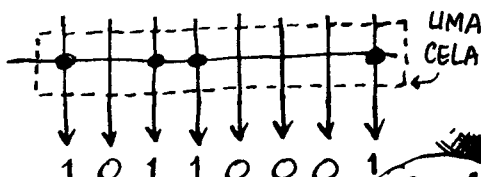
4×16^3
$+ 10 \times 16^2$
$+ 0 \times 16$
$+ 13 \times 1$

$18.957_{DECIMAL}$

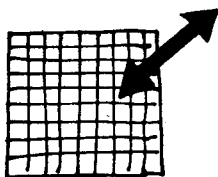
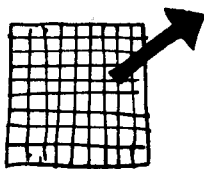
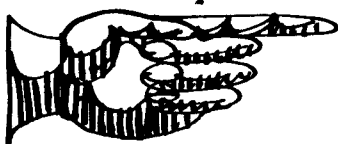
CONVERSÃO DE BINÁRIO EM HEXA: AGRUPE O BINÁRIO EM QUARTETOS, PARTINDO DA DIREITA. CONVERTA CADA QUARTETO NUM DÍGITO HEXA!

101	1110	0101	1011
5	C	5	B

PARA CONVERTER HEXA EM BINÁRIO BASTA INVERTER O PROCESSO.

DO PONTO DE VISTA DE HARDWARE SÃO TRÊS OS TIPOS PRINCIPAIS DE MEMÓRIA INTERNA.

RAM VEM DE "RANDOM ACCESS MEMORY", INDICANDO QUE TODAS AS CELAS PODEM SER ENDEREÇADAS DIRETAMENTE E NA MESMA VELOCIDADE. AS MEMÓRIAS ROM E DE NÚCLEOS TAMBÉM TRABALHAM EM ACESSO RANDÔMICO, MAS, POR ALGUMA RAZÃO, A **RAM** APOSSOU-SE DO NOME.

VEM DE "READ-ONLY MEMORY" (MEMÓRIA SÓ DE LEITURA).

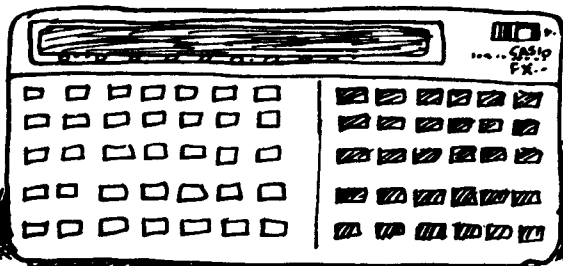
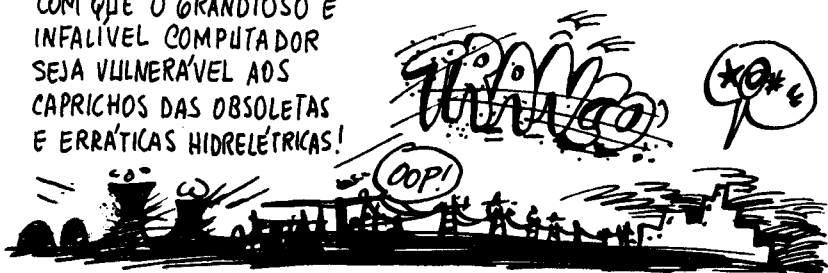
LETRAS TIPO **ROM**ANO.

A DIFERENÇA PRÁTICA ENTRE ELAS É QUE VOCÊ SÓ PODE **LER** O QUE ESTÁ EM ROM, AO PASSO QUE NA RAM PODE-SE LER E ESCREVER COM A MESMA FACILIDADE.

QUANDO VOCÊ CARREGA UM PROGRAMA NO COMPUTADOR, ELE É ARMAZENADO NA **RAM**.

*N.T. "RAM", EM INGLÊS, É CARNEIRO.

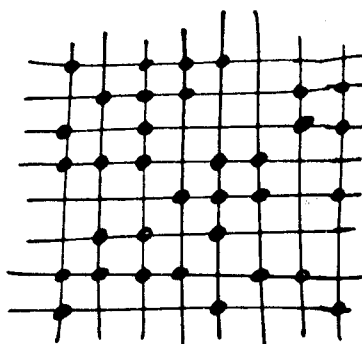
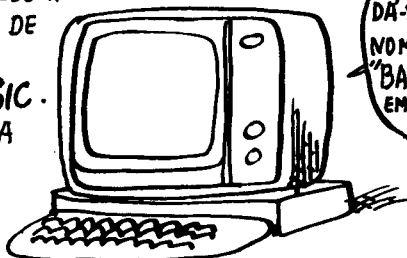
INFELIZMENTE, A RAM É **VOLÁTIL**,

ELA ESQUECE TUDO AO FICAR SEM ENERGIA.

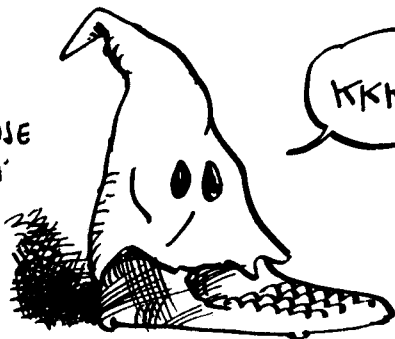
EU, POR EXEMPLO, TENHO UM COMPUTADOR DE BOLSO, COM BATERIA, E QUE TEM 1 680 BYTES DE RAM. PODE ARMAZENAR ATÉ DEZ PROGRAMAS, ***MESMO QUANDO O DESLIGO*** PORQUE MANTÉM ALGUMA CORRENTE ALIMENTANDO A MEMÓRIA.

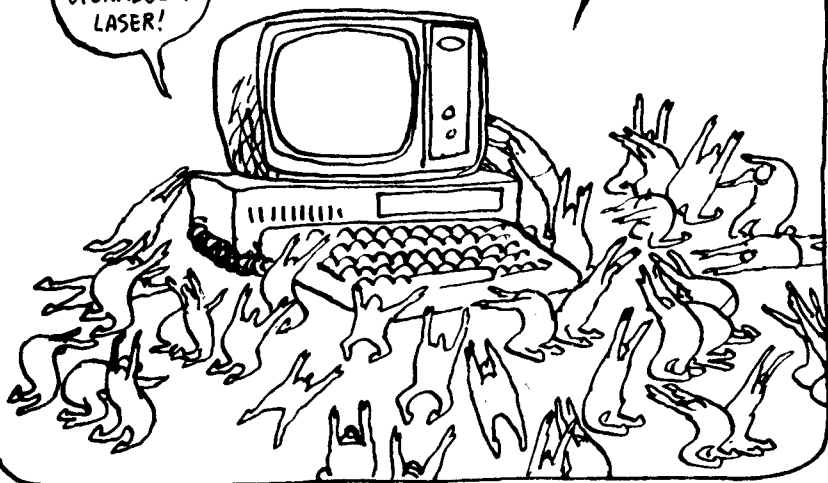
MAS, QUANDO A BATERIA PIFA... "BYE-BYE" PROGRAMAS!

A VOLATILIDADE DA RAM FAZ COM QUE O GRANDIOSO E INFALÍVEL COMPUTADOR SEJA VULNERÁVEL AOS CAPRICHOS DAS OBSOLETAS E ERRÁTICAS HIDRELÉTRICAS!

ROM — "READ-ONLY MEMORY" — SEU CONTEÚDO, UMA VEZ GRAVADO, NUNCA MAIS PODE SER ALTERADO.* COMUMENTE A ROM É PROGRAMADA NA FÁBRICA, MAS HOJE EM DIA HÁ **PROMS**-ROMs PROGRAMÁVEIS — QUE PODEM SER GRAVADAS PELO USUÁRIO.

* EXCETO PARA EPROM "ERASABLE PROGRAMMABLE ROM" — MAS NÃO ENTRAREMOS NISSO!

A ROM, AO CONTRÁRIO DA RAM, É **NÃO-VOLÁTIL**: MANTÉM SEU CONTEÚDO MESMO SEM ENERGIA. AFINAL, ELA NADA MAIS É QUE UMA VASTA GRADE DE FIOS, CONECTADOS EM ALGUMAS INTERSEÇÕES. AS CONEXÕES PERMANECEM, HAJA, OU NÃO, CORRENTE ELÉTRICA.

ALGUNS USOS TÍPICOS DE ROM:

E, COMO VEREMOS, AS ROMs DESEMPENHAM UM PAPEL IMPORTANTE NO ITEM "CONTROLE" DO COMPUTADOR.

A MEDIDA PADRÃO DO ARMAZENAMENTO POR PASTILHA É O K, ABREVIAÇÃO DE "KILO" ("CHILO" É 1000 EM GREGO), SÓ QUE EM COMPUTÊS ELE VALE 2^{10}, A POTÊNCIA DE 2 MAIS PRÓXIMA DE 1000:

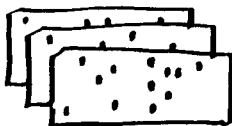
A PRIMEIRA PASTILHA RAM DE 1K BITS DE ARMAZENAMENTO FOI UM "AUÊ"! MAS HOJE 64 K É COMUM, E JÁ EXISTE A PASTILHA DE 256K! QUAL SERÁ A PRÓXIMA?

*N.T. KKK É A SIGLA DE KU-KLUX-KLAN.

APESAR DESTE CRESCIMENTO NA CAPACIDADE DA RAM AINDA HÁ PRECES NÃO ATENDIDAS!!
MOSTRE-NOS COMO ARMAZENAR ALÉM DA CAPACIDADE DA MEMÓRIA INTERNA!
PROTEJA NOSSOS DADOS CONTRA AS QUEDAS DE ENERGIA!
CONCEDA-NOS UMA BIBLIOTECA DAS ROTINAS USADAS FREQÜENTEMENTE!
DÊ-NOS DISPOSITIVOS OPERADOS A LASER!

A RESPOSTA?

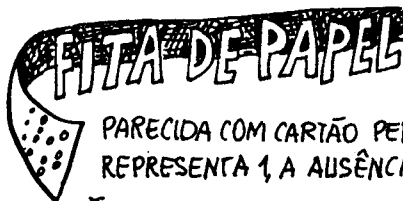
memória de massa.

DISCUM VOBISCUM!

COMO O NOME SUGERE, MEMÓRIA DE MASSA É A QUE ARMAZENA GRANDE QUANTIDADE!! QUASE TODOS OS DISPOSITIVOS DE ARMAZENAMENTO DE MASSA SÃO ***NÃO***-VOLÁTEIS E POSSUEM COMPONENTES MECÂNICOS QUE OS TORNAM MUITO MAIS LENTOS QUE AS MEMÓRIAS ELETRÔNICAS DE ACESSO RANDÔMICO.

POR EXEMPLO:

CARTÕES PERFURADOS.

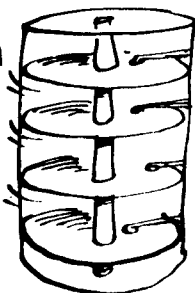
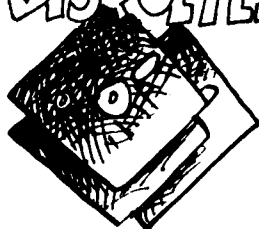
OS CARTÕES DE JACQUARD, BABBAGE E HOLLERITH AINDA ESTÃO EM USO!

FITA DE PAPEL

PARECIDA COM CARTÃO PERFURADO: UM FURO REPRESENTA 1, A AUSÊNCIA DO FURO REPRESENTA 0.

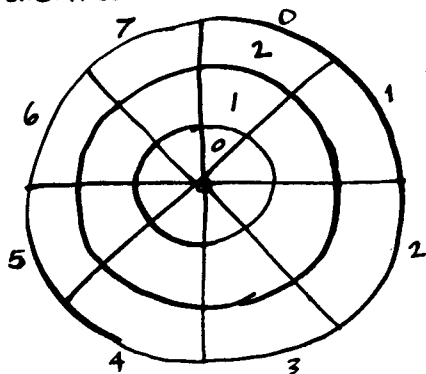
FITA MAGNÉTICA

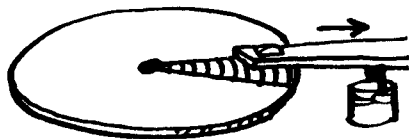
ARMAZENA BITS EM PEQUENAS REGIÕES MAGNÉTICAS, QUE PODEM SER IMANTADAS EM UM DE DOIS SENTIDOS, VALENDO 1 OU 0.

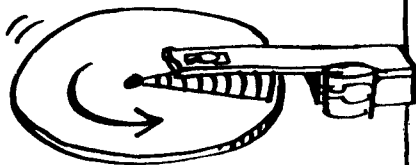
MAIS RÁPIDO, MAIS COMPACTO, E O TIPO DE ARMAZENAMENTO COMUMENTE ESCOLHIDO É O

DISCOS TAMBÉM GUARDAM BITS EM PEQUENINAS REGIÕES MAGNÉTICAS - ATÉ 10 MILHÕES DE BYTES POR "PRATO"!

UM GRANDE SISTEMA DE COMPUTADOR GERALMENTE USA UNIDADES MULTIDISCOS, COM BRAÇOS SEMELHANTES AOS DE TOCA-DISCOS AVANÇANDO E RECUANDO ATRAVÉS DOS PRATOS EM ROTAÇÃO.

SÃO DISCOS MAGNÉTICOS DE PLÁSTICO, PEQUENOS E DE BAIXO CUSTO. FICAM SEMPRE EM INVÓLUCROS, PORQUE UM GRÃO DE POEIRA PODE GERAR UM MONSTRUOSO ***GLITCH!***

OUTRAS MEMÓRIAS DE MASSA MAIS SOFISTICADAS INCLUEM: MEMÓRIAS DE ***BOLHA***, ***DISPOSITIVOS DE CARGAS ACOPLADAS*** E ***DISCOS ÓTICOS***, LIDOS POR LASER.

COMO A MEMÓRIA INTERNA, O ARMAZENAMENTO DE MASSA DEVE SER ORGANIZADO, OU "FORMATADO". PEGUE O DISQUETE POR EXEMPLO:

DISQUETES SÃO FORMATADOS EM TRILHAS E SETORES — TRÊS TRILHAS E OITO SETORES NESSE DISQUINHO SUPERSIMPLIFICADO (O COMUM SÃO 26 SETORES E 77 TRILHAS NUM DISQUETE).

PARA O ACESSO A UM DETERMINADO BLOCO DE DADOS BASTAM O NÚMERO DA TRILHA E DO SETOR. ENTÃO A UNIDADE DE DISQUETE

1) AVANÇA OU RETROCEDE O CABEÇOTE PARA A TRILHA ESPECIFICADA

2) ESPERA O DISCO GIRAR ATÉ QUE O SETOR DESEJADO FIQUE SOB O CABEÇOTE DE LEITURA/ESCRITA.

ESTE PROCESSO LEVA MILISSEGUNDOS — UMA ETERNIDADE PARA UM COMPUTADOR!

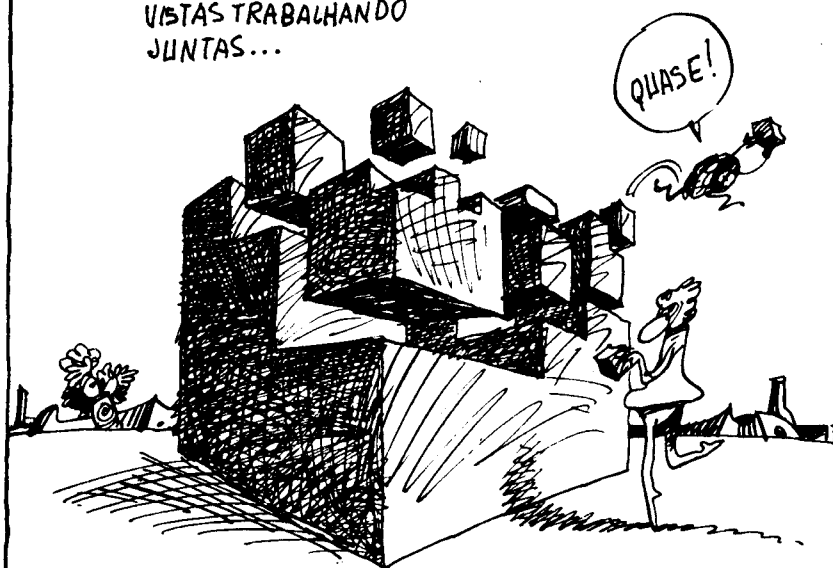
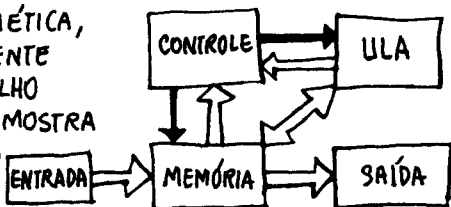
UM CRIADOR DE ROEDORES COMPRA OS PROGRAMAS DE AUMENTO DA PRODUÇÃO, ARMAZENADOS EM DISQUETE (DA ROI-ROI & FILHOS LTDA).

A TELEFÔNICA GRAVA EM MEMÓRIA DE BOLHA A MENSAGEM: "TELESP INFORMA: ESTE NÚMERO DE TELEFONE NÃO EXISTE. FAVOR..."

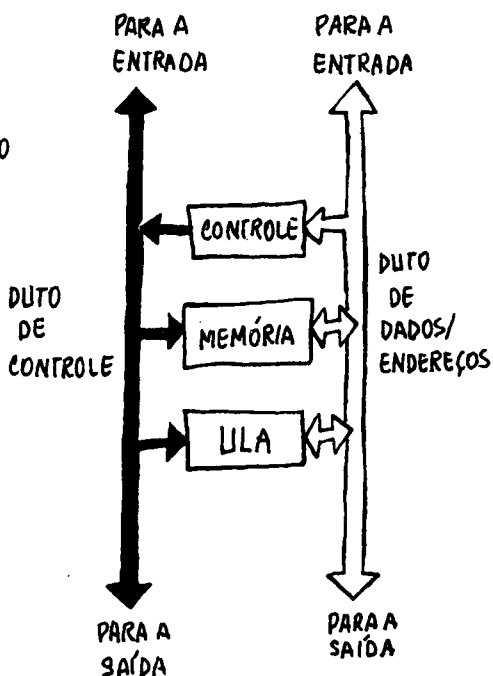
HM... PARECE VOZ DE ROEDOR!

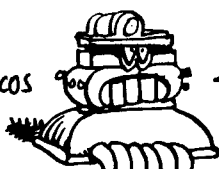
BOM, VOCÊ PEGOU O ESPÍRITO DA COISA... JÁ É HORA DE IR ADIANTE...

PONDO TUDO SOB CONTROLE

ONDE TODAS AS CAIXAS PRETAS FINALMENTE SÃO VISTAS TRABALHANDO JUNTAS...

AJUDA REDESENHARMOS ESTE DIAGRAMA NUMA FORMA QUE REFLETE MELHOR UM PROJETO GENUÍNO DE COMPUTADOR CONHECIDO COMO "ESTRUTURA DE DUTOS".

AS FLECHAS VERTICAIS, REPRESENTANDO CAMINHOS ELÉTRICOS DE UM BYTE OU MAIS DE LARGURA, SÃO OS ***DUTOS.***

CONTROLADOS PELOS SINAIS NO DUTO DE CONTROLE, ENDEREÇOS E DADOS TRAFEGAM NO DUTO DE DADOS/ENDEREÇOS, COM A RESSALVA DE UM SÓ ELEMENTO "VIAJAR" POR VEZ NO DUTO.

OBSERVE QUE TODAS AS FLECHAS DO DUTO DE CONTROLE ***SAEM*** DA SEÇÃO DE CONTROLE.

COMO PODERÍAMOS VISUALIZAR ESTE CONTROLE, GERADOR DE TODAS AS FLECHAS PRETAS??

COMO QUALQUER UM, O CONTROLE REVELA SEU CARÁTER PELO SEU COMPORTAMENTO... ENTÃO OBSERVEMOS O QUE ACONTECE NESTE COMPUTADOR SUPERSIMPLIFICADO, QUE ENCORPA O DIAGRAMA DE DUAS PÁGINAS ATRÁS COM ALGUNS REGISTRADORES E CONTADORES INDISPENSÁVEIS.

ESTE É UM CONJUNTO MÍNIMO DE EQUIPAMENTOS. UM COMPUTADOR TÍPICO POSSUI MAIS REGISTROS E CONTADORES MAS TODOS TÊM OS MOSTRADOS ACIMA.

EIS PARA QUE SERVEM:

CONTADOR DE PROGRAMA: ASSINALA AS INSTRUÇÕES, UMA A UMA...

DOIS... DOIS...?

REGISTRADOR DE INSTRUÇÃO: MANTÉM O CÓDIGO DA INSTRUÇÃO QUE ESTÁ SENDO EXECUTADA.

"COZINHE" O ESPAGUETE POR DEZ MINUTOS.

REGISTRADOR DE ENDEREÇO: MANTÉM O ENDEREÇO DA POSIÇÃO DE MEMÓRIA REFERENCIADA.

DÊ-ME O BYTE DE NÚMERO 0101!

ACUMULADOR: O REGISTRADOR PRINCIPAL DA ULA, PARTICIPANDO DE TODAS AS OPERAÇÕES DELA.

NÃO PODERIA CALCULAR 1+1 SEM ELE!

REGISTRADOR B: REGISTRADOR AUXILIAR QUE ARMAZENA NÚMEROS EM SEU CAMINHO PARA A ULA.

COMO UM MOTEL QUE ALUGUE QUARTOS POR MICROSSEGUNDOS!

REGISTRADOR C: ARMAZENA DADOS A CAMINHO DA SAÍDA.

HÁ CONTROLE DO LADO DE FORA DO MUNDO?

DE FATO, O CONTROLE GASTA A MAIOR PARTE DO SEU TEMPO TROCANDO OS CONTEÚDOS DESTES REGISTRADORES!

PARA VER COMO O CONTROLE OPERA, SIGAMOS OS PASSOS DO COMPUTADOR **SOMANDO DOIS NÚMEROS** – NOSSO "DÉBUT" EM PROGRAMAÇÃO!

COMO TUDO NOS COMPUTADORES, OS PROGRAMAS PODEM SER DESCRITOS EM VÁRIOS NÍVEIS. COMECEMOS PELA

LINGUAGEM ASSEMBLER,

QUE ESPECIFICA OS PASSOS REAIS DO COMPUTADOR, MAS OMITE OS DETALHES MAIS SUTIS. NESTE NÍVEL, A SOMA DE DOIS NÚMEROS IMPLICA:

0. CARREGAR O PRIMEIRO NÚMERO NO ACUMULADOR.
1. SOMAR O SEGUNDO NÚMERO (MANTENDO O RESULTADO NO ACUMULADOR).
2. MANDAR PARA A SAÍDA O CONTEÚDO DO ACUMULADOR.
3. MANDAR PARAR.

NÃO PODE SER OMITIDO!!

NA TRANSIÇÃO PARA LINGUAGEM ASSEMBLER, DEVEMOS DAR A LOCALIZAÇÃO DOS NÚMEROS NA MEMÓRIA, E USAR MNEMÔNICOS PARA AS INSTRUÇÕES. SUPONHAMOS QUE OS NÚMEROS A SOMAR ESTEJAM NOS ENDEREÇOS 1E E 1F (HEXADECIMAL). NOSSO PROGRAMA FICA:

0. CRA 1E ("CARREGUE O ACUMULADOR COM O CONTEÚDO DE 1E")

1. SOM 1F ("SOME O CONTEÚDO DE 1F")

2. SAI ("EXIBA O CONTEÚDO DO ACUMULADOR").

3. PARE

EM GERAL, INSTRUÇÕES DE ASSEMBLER TÊM 2 PARTES:

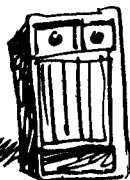
O **OPERADOR**, QUE DESCREVE O PASSO A EXECUTAR

O **OPERANDO**, QUE DÁ O ENDEREÇO SOBRE O QUAL O OPERADOR ATUA

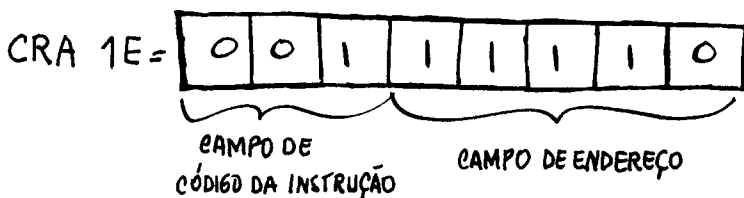
CRA 1E

OBSERVE BEM! ALGUNS OPERADORES DISPENSAM OPERANDO EXPLÍCITO. "**SAI**", POR EXEMPLO, ESTÁ SUBENTENDIDO APLICAR-SE AO ACUMULADOR.

AGORA QUE TEMOS UM PROGRAMA ASSEMBLER, COMO FAZEMOS PARA ALIMENTAR A MÁQUINA, QUE SÓ ENTENDE 0's E 1's?

A RESPOSTA É CLARA: DENTRO DA MÁQUINA, CADA ***OPERADOR*** É ***CODIFICADO*** COMO UMA CADEIA DE BITS CHAMADA "CÓDIGO DA INSTRUÇÃO". ALGUNS EXEMPLOS SIMPLES:

OPERADOR	CÓDIGO DA INSTRUÇÃO
CRA	001
SOM	010
SAI	110
PARE	111

EU AINDA QUERO SABER O QUE "QUER DIZER" QUER DIZER!

ASSIM, UMA INSTRUÇÃO DE MÁQUINA CONSISTE DE UM CAMPO COM O "CÓDIGO DA INSTRUÇÃO" SEGUIDO DO CAMPO DE ENDEREÇO QUE DÁ O OPERANDO EM BINÁRIO:

EIS, ENTÃO, O NOSSO PROGRAMA TRADUZIDO EM LINGUAGEM DE MÁQUINA:

0. CRA 1E	001 11110
1. SOM 1F	010 11111
2. SAI	110 XXXXX
3. PARE	111 XXXXX

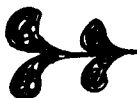
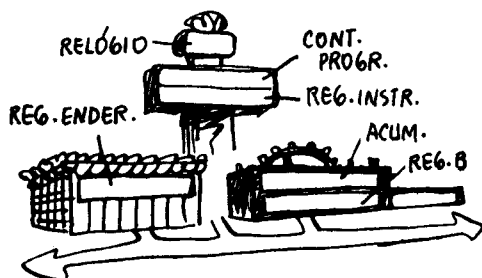
NÃO IMPORTA O CONTEÚDO DESTES 5 BITS DE ENDEREÇO, POIS SERÃO IGNORADOS!

AGORA, (ADMITINDO UM DISPOSITIVO DE ENTRADA) OS PASSOS DO PROGRAMA SÃO CARREGADOS EM ENDEREÇOS CONSECUTIVOS DE MEMÓRIA, PARTINDO DE 0. O CONTEÚDO DA MEMÓRIA FICA, ENTÃO:

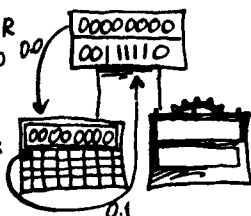
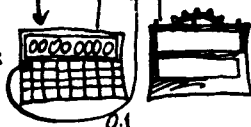
ENDEREÇO	CONTEÚDO
0	001 11110
1	010 11111
2	110 00000
3	111 00000

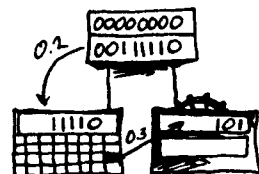
NOTE QUE O NÚMERO DO PASSO É O ENDEREÇO EM QUE ESTÁ ARMAZENADO!

E DEVEMOS ENTRAR TAMBÉM COM OS **DADOS**: OS DOIS NÚMEROS A SER SOMADOS. QUAISQUER DOIS NÚMEROS, DIGAMOS, 5 E 121. ELES VÃO NOS ENDEREÇOS 1E E 1F:

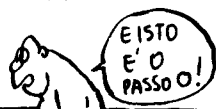
1E	00000101
1F	01111001

COMO O COMPUTADOR DISTINGUE OS DADOS DAS INSTRUÇÕES? ADMITINDO QUE TUDO SÃO INSTRUÇÕES ATÉ ORDEM CONTRÁRIA!!

UMA VEZ ARMAZENADO O PROGRAMA, O CONTROLE PODE INICIAR A EXECUÇÃO. ELE O FAZ NUMA SEQÜÊNCIA DE PASSOS MAIS ELEMENTARES CHAMADO ***MICROINSTRUÇÕES***, À RAZÃO DE UMA MICROINSTRUÇÃO POR PULSO DE RELÓGIO. VOCÊ ESTÁ PRONTO PARA OS DETALHES SANGRENTOS?

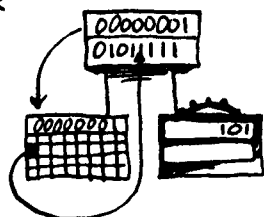
O CONTROLE COMEÇA ***BUSCANDO*** A PRIMEIRA INSTRUÇÃO. ELE—

0.0. TRANSFERE O CONTEÚDO DO CONTADOR DE PROGRAMA (0000 0000 PARA INICIAR) PARA O REGISTRADOR DE ENDEREÇO

0.1. TRANSFERE O CONTEÚDO DESTA POSIÇÃO DE MEMÓRIA PARA O REGISTRADOR DE INSTRUÇÃO

O REGISTRADOR DE INSTRUÇAO AGORA POSSUI A PRIMEIRA INSTRUÇÃO. O CONTROLE A "LÊ" E—

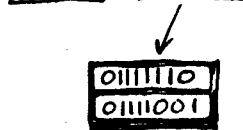
0.2. MOVE O CAMPO DE ENDEREÇO DO REGISTRADOR DE INSTRUÇÃO PARA O REGISTRADOR DE ENDEREÇO

0.3. MOVE O CONTEÚDO DESTA POSIÇÃO DE MEMÓRIA PARA O ACUMULADOR

O ACUMULADOR RECEBE AGORA O PRIMEIRO DADO. RESTA UMA MICROINSTRUÇÃO:

0.4. INCREMENTAR O CONTADOR DE PROGRAMA

UM POUCO ENROLADO? VOLTEMOS À LUTA COM O PRÓXIMO PASSO, **SOM.**

NOVAMENTE, O CONTROLE INICIA COM UMA "FASE DE BUSCA":

1.0	TRANSFERE O CONTEÚDO DO CONTADOR DE PROGRAMA (AGORA 00000001)	PARA O	REGISTRADOR DE ENDEREÇO
1.1	TRANSFERE O CONTEÚDO DESTE ENDEREÇO	PARA O	REGISTRADOR DE INSTRUÇÃO

O CONTROLE DEVIDO À INSTRUÇÃO NO REGISTRADOR DE INSTRUÇÃO, 01011111,

1.2	MOVE O CAMPO DE ENDEREÇO DO REGISTRADOR DE INSTRUÇÃO	PARA O	REGISTRADOR DE ENDEREÇO
1.3	MOVE O CONTEÚDO DESSE ENDEREÇO DE MEMÓRIA	PARA O	REGISTRADOR B
1.4	COMANDA A ULA PARA **SOMAR** E PÔR O RESULTADO	NO	ACUMULADOR

00000001
01011111
11111
101
01111001
01111110
01111001

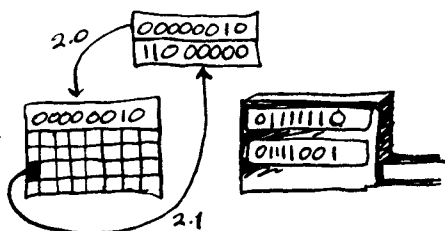
NOVAMENTE, RESTA AINDA UM PASSO:

1.5 INCREMENTAR O CONTADOR DE PROGRAMA

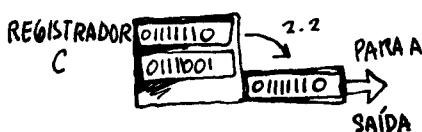
ALELUIA!!! NÃO PIOROU!

E, AFINAL?

BEM, FELIZMENTE AS DUAS ÚLTIMAS INSTRUÇÕES SÃO MAIS FÁCEIS:

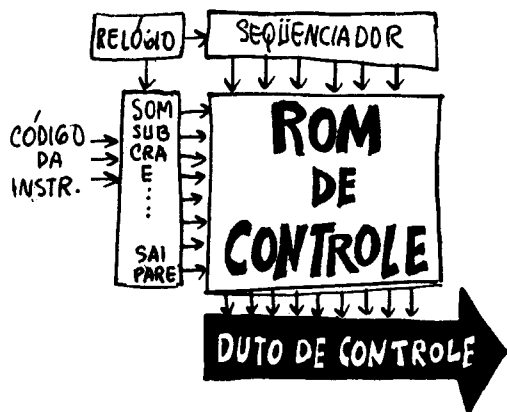
2.0. E 2.1 SÃO AS MESMAS OPERAÇÕES DE BUSCA, QUE COLOCAM A INSTRUÇÃO 2 ("SAI") NO REGISTRADOR DE INSTRUÇÃO:

O CONTROLE, DADO ESTE CÓDIGO DE INSTRUÇÃO (110) —

2.2. MOVE O CONTEÚDO DO ACUMULADOR PARA O REGISTRADOR C PARA A SAÍDA

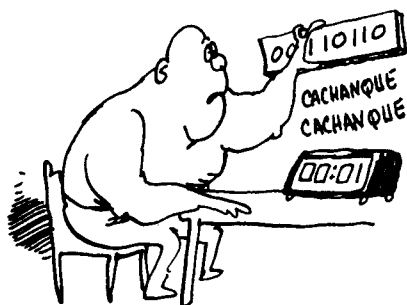
01111110
01111001
2.2
01111110

2.3. INCREMENTA O CONTADOR DE PROGRAMA

FINALMENTE O CONTROLE BUSCA A INSTRUÇÃO 111 ("**PARE**"), A PARTIR DA QUAL O CONTROLE —

3.2 PÁRA DE TRABALHAR

SEM ENTRAR EM MUITOS DETALHES, VOCÊ PODE IMAGINAR UM CONTROLE MAIS OU MENOS COMO ESTE:

SUAS ENTRADAS SÃO PULSOS DE RELÓGIO E CÓDIGOS DE INSTRUÇÃO. SUAS SAÍDAS SÃO SEQÜÊNCIAIS DE SINAIS PARA OS REGISTRADORES, CONTADORES, ULA E MEMÓRIA.

O "MICROPROGRAMA", QUE RELACIONA ENTRADAS COM COMBINAÇÕES APROPRIADAS DE SAÍDA, É GRAVADO NUMA ROM DEDICADA UNICAMENTE A ESTE FIM.

O PRIMEIRO GRUPO DE PULSOS FAZ O CONTROLE BUSCAR UMA INSTRUÇÃO...

... E OS PULSOS RESTANTES SERVEM PARA EXECUTAR A INSTRUÇÃO.

NO CASO REAL A SOLUÇÃO USA OS MESMOS PRINCÍPIOS, EMBORA SEJA BEM MAIS RICA EM DETALHES. HÁ MAIS REGISTRADORES E OS CÓDIGOS DE INSTRUÇÃO TÊM MAIS QUE TRÊS BITS. ISTO LEVA O CONTROLE A EXECUTAR UM CONJUNTO AMPLO DE INSTRUÇÕES. EIS O CONJUNTO DE INSTRUÇÕES DE UM PROCESSADOR REAL, O 6800 DA MOTOROLA.

ARITMÉTICA
- SOME
- SOME COM VAI-UM
- SUBTRAIA
- SUBTRAIA COM VAI-UM
- INCREMENTE
- DECREMENTE
- COMPARE
- NEGUE

LÓGICA
- E
- OU
- OU EXCLUSIVO
- NÃO
- DESLOQUE À DIREITA
- DESLOQUE À ESQUERDA
- DESLOQUE À DIREITA ARITMÉTICA
- RODE À DIREITA
- RODE À ESQUERDA
- TESTE

TRANSFERÊNCIA DE DADOS
- CARREGUE
- ARMAZENE
- MOVA
- LIMPE
- LIMPE O VAI-UM
- LIMPE O TRANSBORDO
- ATIVE O VAI-UM
- ATIVE O TRANSBORDO

DESVIO
- DESVIE
- DESVIE SE ZERO
- DESVIE SE NÃO-ZERO
- DESVIE SE IGUAL
- DESVIE SE DIFERENTE
- DESVIE SE VAI-UM
- DESVIE SE NÃO VAI-UM
- DESVIE SE POSITIVO
- DESVIE SE NEGATIVO
- DESVIE SE TRANSBORDO
- DESVIE SE NÃO TRANSBORDO
- DESVIE SE MAIOR DO QUE
- DESVIE SE MAIOR OU IGUAL
- DESVIE SE MENOR DO QUE
- DESVIE SE MENOR OU IGUAL
- DESVIE SE ACIMA
- DESVIE SE NÃO ACIMA
- DESVIE SE ABAIXO
- DESVIE SE NÃO ABAIXO

CHAMADA DE SUB-ROTINA
- CHAME SUB-ROTINA

RETORNO DE SUB-ROTINA
- RETORNE DE SUB-ROTINA
- RETORNE DE INTERRUPÇÃO

MISCELÂNIA
- NÃO OPERE
- EMPILHE
- DESEMPILHE
- ESPERE
- AJUSTE DECIMAL
- HABILITE INTER.
- DESABILITE INTER.
- QUEBRE

UM GRUPO DESSAS INSTRUÇÕES FAZ JUS A UMA MENÇÃO ESPECIAL: AS INSTRUÇÕES DE ***SALTO*** OU ***RAMIFICAÇÃO***.

COMO VEREMOS, ELAS CONTRIBUEM UM BOCADO PARA A "INTELIGÊNCIA" DO COMPUTADOR. O EFEITO É **TRANSFERIR O CONTROLE** PARA OUTRA PARTE DO PROGRAMA. A INSTRUÇÃO DE SALTO SIMPLES É APENAS UM "SALTO" AO PÉ DA LETRA NA FORMA:

⇒ "SALTE PARA 123" FAZ COM QUE O CONTROLE CARREGUE 123 NO CONTADOR DE PROGRAMA... E PROSSIGA COM A EXECUÇÃO A PARTIR DAÍ.

AINDA MAIS "INTELIGENTES" SÃO OS SALTOS CONDICIONAIS. ELES TRANSFEREM O CONTROLE **SE** UMA CERTA CONDIÇÃO FOR SATISFEITA: POR EXEMPLO, "SALTE SE ZERO" QUER DIZER: SE O ACUMULADOR TIVER 0.

COMO VOCÊ VÊ, O CONTROLE NÃO É TIRANO! ELE APENAS FAZ O QUE LHE MANDAM — DE FORMA TOTALMENTE AUTOMÁTICA!!

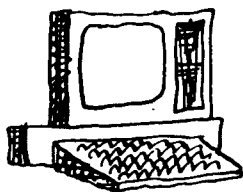
VOCÊ REALMENTE QUER TER UMA IDÉIA DO CARÁTER DA SEÇÃO DE CONTROLE? ENTÃO IMAGINE O ***BUROCRATA*** NOTA DEZ OBEDECENDO CEGAMENTE AO CHEFE REAL NO COMPUTADOR: O **PROGRAMA!**

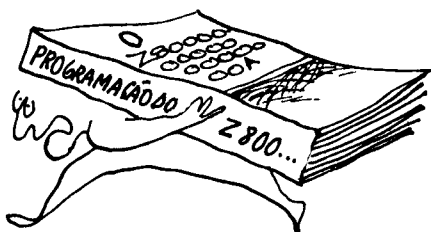
PARTE III
SOFTWARE
"GO TO . . .
GO TO . ."
- SHAKESPEARE

SE REALMENTE SÃO OS PROGRAMAS QUE CONTROLAM O COMPUTADOR, ENTÃO MERECEM UM NOME CIENTÍFICO APROPRIADO. ALGO EM GREGO OU LATIM, DE PREFERÊNCIA...

* *

MAS NÃO É BEM ASSIM NA CIÊNCIA DA COMPUTAÇÃO...
AO CONTRÁRIO, OS PROGRAMAS EM GERAL SÃO CHAMADOS DE **SOFTWARE**,

PARA DISTINGUI-LOS DAS PLACAS DE CIRCUITO IMPRESSO, MONITORES DE VÍDEO, UNIDADES DE DISCO, TECLADOS E OUTRAS PARTES DO **HARDWARE** DO COMPUTADOR.

O QUE É REALMENTE ENGRAÇADO NO NOME SOFTWARE É QUE ELE É UMA DAS COISAS MAIS **DURAS** NA COMPUTAÇÃO!

QUANTO MAIS O HARDWARE DIMINUI EM PREÇO E AUMENTA EM CAPACIDADE, MAIS HORRIVELMENTE COMPLEXO O SOFTWARE SE TORNA!

VEMOS PASTILHAS CADA VEZ MENORES COM MANUAIS CADA VEZ MAIORES!

NUNCA SE CONSEGUE ESTIMAR O TEMPO, O DINHEIRO E A AGONIA NECESSÁRIOS À SOLUÇÃO DE UM PROBLEMA DE SOFTWARE... QUE MODO DE DIRIGIR UMA EMPRESA!

DA MESMA FORMA, HÁ UMA DIFERENÇA DE IMAGEM ENTRE OS QUE TRABALHAM COM HARDWARE E COM SOFTWARE —

OS TIPOS QUE MEXEM COM HARDWARE SÃO ENGENHEIROS... CHEIOS DE ENGENHOCAS... GERALMENTE HOMENS... ENTRINCHEIRADOS ATRÁS DAS LEIS DA FÍSICA...

OS PROGRAMADORES NÃO USAM FERRAMENTAS, SÓ SEU CÉREBRO... SÃO MAIS FREQÜENTEMENTE MULHERES... TIDAS COMO SONHADORAS SOLITÁRIAS CUJAS IDÉIAS NADA TÊM A VER COM AS LEIS DA FÍSICA!!

GRANC!

OS PROGRAMAS ANDAM ATUALMENTE TÃO COMPLEXOS QUE NINGUÉM CONSEGUE ENTENDÊ-LOS — ASSIM, ESSES SOLITÁRIOS ACABAM TENDO DE TRABALHAR EM EQUIPES — UM ESPETÁCULO QUE DEIXO PARA A IMAGINAÇÃO DOS LEITORES...

ENQUANTO ADA LOVELACE SE TORNOU A PRIMEIRA PROGRAMADORA, O PRIMEIRO A DEMONSTRAR TODO O POTENCIAL DO SOFTWARE FOI
ALAN TURING
(1912-1954)

TURING, QUE SEMPRE ADOROU AS MARATONAS, DESDE QUANDO ISSO ERA CONSIDERADO EXCÊNTRICO, PROVAVELMENTE ENTROU NO RAMO DE COMPUTADORES PARA REDUZIR O TAMANHO DE SEU CRONÔMETRO.
ELE ESTÁ ME DEIXANDO TORTO!
BONG! BONG!
EM 1936 ELE IMAGINOU A MÁQUINA DE TURING...

AS MÁQUINAS DE TURING NÃO SÃO REAIS... SÃO ABSTRATAS, EXISTINDO APENAS EM TEORIA...

O SONHO DOS ENGENHEIROS DE SOFTWARE — SEM HARDWARE!

EM TERMOS GERAIS, UMA MÁQUINA DE TURING É UM DISPOSITIVO DE ENTRADA E SAÍDA: UMA CAIXA PRETA QUE LÊ UMA SEQÜÊNCIA DE ZEROS E UNS.

A SAÍDA SÓ DEPENDE DA ENTRADA ATUAL (O OU 1) E DA SAÍDA ANTERIOR.

A NATUREZA DA SAÍDA NÃO IMPORTA.

O PRINCIPAL É QUE AS MUDANÇAS DE ESTADO PARA ESTADO SÃO DEFINIDAS POR **REGRAS DE TRANSIÇÃO.**

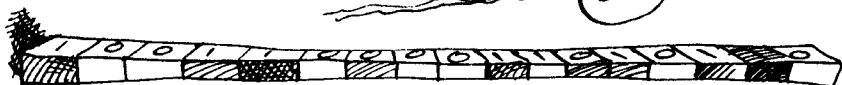
AS MÁQUINAS DE TURING SÃO IMPORTANTES PORQUE PROPICIAM UM MEIO FÍSICO DE RACIOCINAR SOBRE A LÓGICA. QUALQUER PROCEDIMENTO LÓGICO BEM DEFINIDO, PASSO A PASSO, PODE SER TRANSFORMADO NUMA MÁQUINA DE TURING.

TUUU

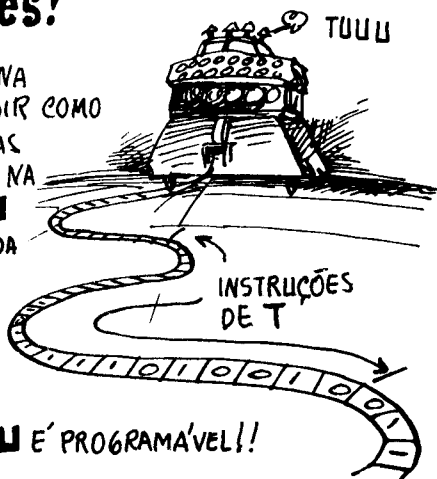
HÁ UMA MÁQUINA DE TURING QUE FAZ ADIÇÕES!

*PARA MAIORES DETALHES, VEJA WEIZENBAUM, "COMPUTER POWER AND HUMAN REASON," CAPÍTULO 2.

O QUE TURING PROVOU: TEORICAMENTE, PODE-SE CONSTRUIR UMA MÁQUINA ÚNICA, CAPAZ DE SUBSTITUIR TODAS AS DEMAIS MÁQUINAS DE TURING. É A

MÁQUINA UNIVERSAL DE TURING!!!

O TRUQUE É QUE A MÁQUINA UNIVERSAL DE TURING PODE...

ler instruções!

ISTO É, PARA FAZER A MÁQUINA UNIVERSAL DE TURING (**U**) AGIR COMO A MÁQUINA **T**, CODIFICAM-SE AS REGRAS DE TRANSIÇÃO DE **T** NA FITA DE **U**. A CADA PASSO, **U** OBSERVA SUA PRÓPRIA ENTRADA E AS REGRAS DE TRANSIÇÃO DE **T** PARA SABER O QUE FAZER.

EM OUTRAS PALAVRAS, **U** É PROGRAMÁVEL!!

JOHN VON NEUMANN LEVOU A IDÉIA DE TURING UM PASSO À FRENTE. VON NEUMANN OBSERVOU QUE SE PODERIA:

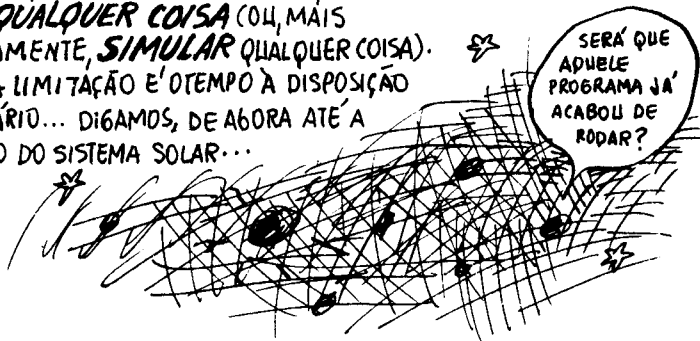
CONSTRUIR UMA MÁQUINA **X** QUE CONSTRUÍSSE OUTRAS MÁQUINAS A PARTIR DE INSTRUÇÕES EM FITA...

PODE ME CHAMAR DE ROBÔ DO EXÉRCITO SUÍÇO!

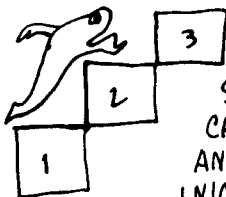
ALIMENTAR ***X*** COM SEU ***PRÓPRIO*** PROJETO!

MÁQUINAS AUTO-REPRODUTORAS SÃO VIÁVEIS!!

O COMPUTADOR DIGITAL É UMA MÁQUINA UNIVERSAL DE TURING IMAGINÁRIA A QUE SE DEU VIDA.
SE VOCÊ CHAMA ISSO DE "VIDA"!...

PORTANTO, COMO TURING MOSTROU, ELA PODE FAZER ***QUALQUER COISA*** (OU, MAIS PRECISAMENTE, ***SIMULAR*** QUALQUER COISA). A ÚNICA LIMITAÇÃO É O TEMPO À DISPOSIÇÃO DO USUÁRIO... DIGAMOS, DE AGORA ATÉ A EXTINÇÃO DO SISTEMA SOLAR...
SERÁ QUE AQUELE PROGRAMA JÁ ACABOU DE RODAR?

PARA SER HONESTO, HÁ UMA LISTA DE RESTRIÇÕES ÀQUELA "QUALQUER COISA". QUE GÊNERO DE "QUALQUER COISA" O COMPUTADOR PODE FAZER?
ELE É CAPAZ DE PENSAR?
ELE É CAPAZ DE PESCAR?

NUMA SÓ PALAVRA,
OS COMPUTADORES RODAM

UM ALGORITMO É SIMPLESMENTE UM PROCEDIMENTO BEM DEFINIDO, PASSO A PASSO: UMA RECEITA DE BOLO, SE VOCÊ QUISER!

PASSO A PASSO SIGNIFICANDO QUE CADA PASSO É COMPLETADO ANTES QUE O PRÓXIMO INICIE.

BEM DEFINIDO SIGNIFICANDO QUE CADA PASSO É COMPLETAMENTE DEFINIDO A PARTIR DA ENTRADA ATUAL E DOS PASSOS ANTERIORES. NÃO SÃO PERMITIDAS AMBIGÜIDADES!

EXEMPLOS DE ALGORITMOS:

"SE AS OGIVAS NUCLEARES ESTIVEREM CAINDO COMO CHUVA DE PEDRA, EU ME DEITAREI E TENTAREI CURTIR O ESPETÁCULO. DO CONTRÁRIO, VOU TRABALHAR, COMO DE COSTUME".

ISTO É UM ALGORITMO PORQUE VOCÊ SEMPRE SABE O QUE FAZER:

1. VERIFIQUE SE AS OGIVAS ESTÃO CAINDO
2. SE SIM, DEITE-SE E CURTA!
3. SENÃO, VÁ PARA O SERVIÇO.

TRANQÜILIZA TER ESTAS COISAS DECIFRADAS!

DA MESMA FORMA, EQUAÇÕES REPRESENTAM ALGORITMOS.

$y = x^2 + 2x + 10$ QUER DIZER —

(1) ENTRE COM O NÚMERO x
(2) MULTIPLIQUE-O POR ELE MESMO
(3) MULTIPLIQUE x POR 2
(4) SOME OS RESULTADOS DE (2) E (3)
(5) SOME 10 AO RESULTADO DE (4)

SE VOCÊ ENTENDEU, DEITE-SE E CURTA!

EXEMPLOS NÃO-ALGORÍTMICOS

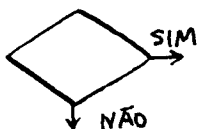
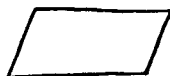
NÃO HÁ MENÇÃO SOBRE O QUE FAZER QUANDO NÃO ESTÃO CAINDO BOMBAS... PORTANTO, NÃO ESTÁ BEM DEFINIDO.

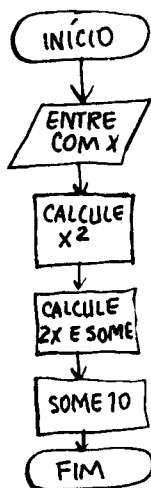
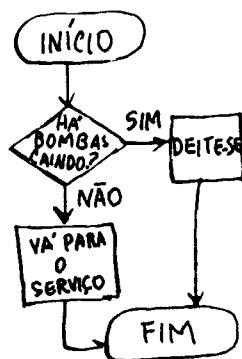
MAIS UM?

QUE TAL

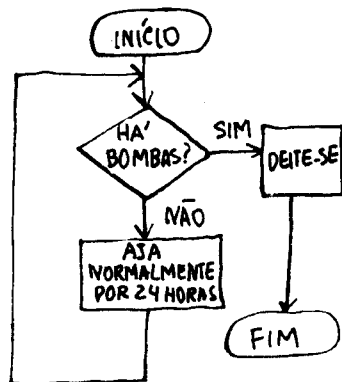
$y = x^2 + + 2x - 10$?

NÃO É UM ALGORITMO POIS NÃO ESTÁ EXPRESSO NA NOTAÇÃO ALGÉBRICA CORRETA. O SÍMBOLO "++" NÃO FAZ SENTIDO.

SE VOCÊ PUSER O COMPUTADOR PARA RODAR ALGO NÃO-ALGORÍTMICO, ELE APENAS FICARÁ DANDO MENSAGEM DE ERRO!

O "FLUXO" DO ALGORITMO É INDICADO POR FLEXAS → E À COMBINAÇÃO DE TODOS OS SÍMBOLOS DAMOS O NOME DE

EIS OS FLUXOGRAMAS DOS ALGORITMOS DE ALGUMAS PÁGINAS ATRÁS.

EM AMBOS OS ALGORITMOS, O FLUXO SEGUE UM ÚNICO SENTIDO, DO INÍCIO AO FIM.

TAMBÉM É POSSÍVEL, NO FLUXO DE ALGORITMOS, UM SALTO PARA A FRENTE OU PARA TRÁS. POR EXEMPLO, VAMOS REESCREVER O PRIMEIRO ALGORITMO:

1. SE ESTIVEREM CAINDO BOMBAS, VÁ PARA O PASSO 2. CASO CONTRÁRIO, VÁ PARA O PASSO 4.
2. DEITE-SE E CURTA!
3. VÁ PARA O PASSO 6.
4. LEVE UMA VIDA NORMAL POR 24 HORAS.
5. VÁ PARA O PASSO 1.
6. FIM.

VOCÊ PODERÁ ACHAR O FLUXOGRAMA MAIS FÁCIL DE "PEGAR" DO QUE O "PROGRAMA" ESCRITO. NOTE QUE ELE PODE CONTINUAR INDEFINIDAMENTE!!

OS FLUXOGRAMAS AJUDAM A DESCREVER ALGORITMOS SIMPLES E DESCREVER ALGORITMOS É O OBJETIVO DA PROGRAMAÇÃO DO COMPUTADOR!!

O PRIMEIRO PASSO PARA SE ESCREVER QUALQUER PROGRAMA É A **ANÁLISE** DA TAREFA A SER FEITA DEVE-SE DESCOBRIR COMO FAZÊ-LA ALGORITMICAMENTE.

O NÃO PENSAR ALGORITMICAMENTE CAUSOU MUITOS PESADELOS DE SOFTWARE!! A MAIORIA DOS PROJETISTAS DE SOFTWARE CONTA HISTÓRIAS ATERRORIZANTES SOBRE USUÁRIOS QUE NÃO SABIAM O QUE QUERIAM COM **EXATIDÃO!!**

SIM... ESTAS INFORMAÇÕES PODERIAM CONSTAR DOS MEUS ARQUIVOS... OU TALVEZ NÃO... NOS DO VICE-PRESIDENTE TAMBÉM... OU, QUEM SABE, NOS DO TESOUREIRO...

NÃO! NÃO!

MAIS ALGUNS EXEMPLOS... UM POUCO MAIS PRÓXIMOS DE COMO COMANDAR O COMPUTADOR PARA FAZER..

"LOOPS CONTROLADOS"

ESTE EXEMPLO PEDE AO COMPUTADOR QUE CALCULE $X^2+2X+10$, NÃO PARA UM VALOR DE X, MAS PARA MUITOS VALORES, A SABER X=0; 0,1; 0,2; 0,3;... E ASSIM POR DIANTE... ATÉ 2,0.

PARA AS "CONTAS DE COLEGAS DE QUARTO", RACIOCINAMOS NA FORMA:

SEJA S = DESPESAS DE SOFIA
E = DESPESAS DE ELISA

ENTÃO A DESPESA TOTAL É $S+E$ E CADA UMA DELAS DEVERIA PAGAR

$$\frac{1}{2}(S+E).$$

SE ELISA GASTOU MAIS, ENTÃO $E>S$* E, PORTANTO, SOFIA DEVE A ELISA $\frac{1}{2}(S+E)-S$, OU

$$\frac{1}{2}(E-S).$$

CASO CONTRÁRIO (QUANDO $S \geqslant E$*), ELISA DEVE A SOFIA

$$\frac{1}{2}(S-E).$$

A SAÍDA DO ALGORITMO DEVE DIZER QUEM DEVE E QUANTO DEVE.

INÍCIO

ENTRADA DE E e S

$E>S$?

SIM

NÃO

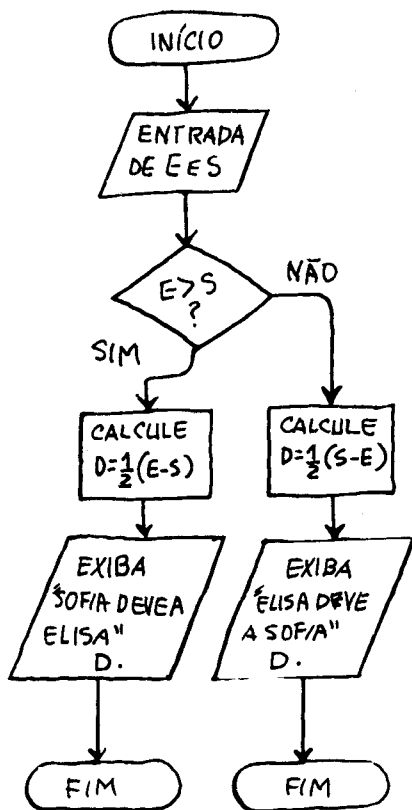
CALCULE $D=\frac{1}{2}(E-S)$

CALCULE $D=\frac{1}{2}(S-E)$

EXIBA "SOFIA DEVE A ELISA" D.

EXIBA "ELISA DEVE A SOFIA" D.

FIM

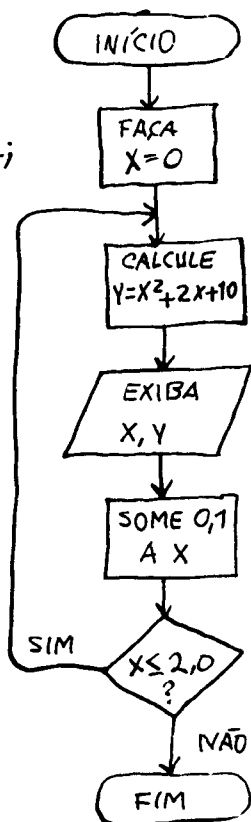
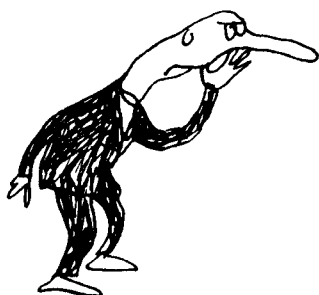
FIM

* $>$ QUER DIZER "É MAIOR DO QUE"; $\geqslant$ QUER DIZER "É MAIOR OU IGUAL";
$<$ QUER DIZER "É MENOR DO QUE"; $\leqslant$ QUER DIZER "É MENOR OU IGUAL".

EM "LOOPS CONTROLADOS", QUEREMOS AVALIAR UMA EXPRESSÃO, $X^2+2X+10$, REPETITIVAMENTE, PARA VALORES DIFERENTES DE X (A SABER, 0,0; 0,1; 0,2; ....; 1,9; 2,0).

O NÚCLEO DO ALGORITMO É O LOOP:

1. CALCULE $x^2+2x+10$ PARA O VALOR CORRENTE DE x;

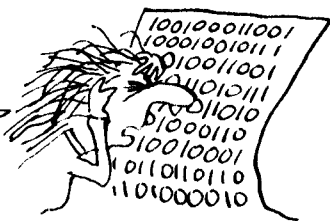
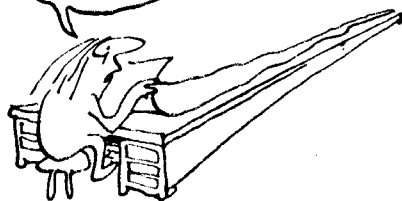
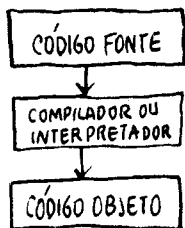
2. EXIBA O RESULTADO;
3. PEGUE O PRÓXIMO X;
4. VOLTE AO PASSO 1.

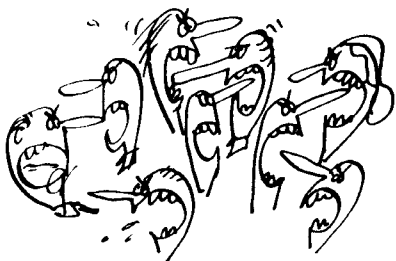
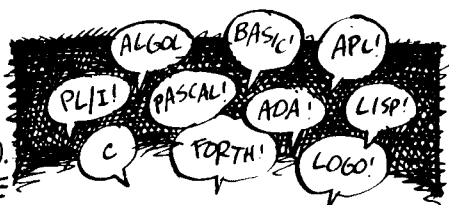
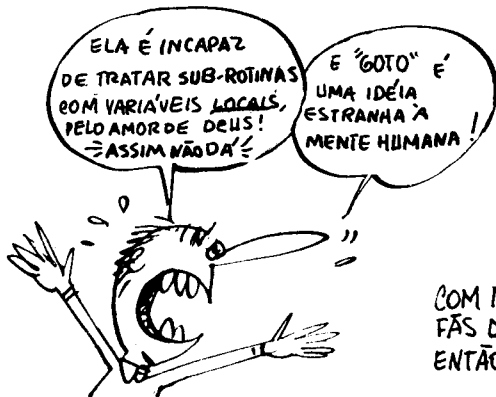
TEMOS QUE DAR, TAMBÉM, O VALOR INICIAL PARA X, O VALOR FINAL, O PONTO DE PARADA E A FORMA DE CALCULAR O "PRÓXIMO X"!

EM OUTRAS PALAVRAS, COMO VOCÊ PROGRAMA O COMPUTADOR?

DESGRAÇADAMENTE, VOCÊ VAI TER DE APRENDER A LINGUAGEM DO COMPUTADOR — JÁ QUE ELE AINDA É MUITO BURRO PARA ENTENDER A SUA!

ELE PODE SER RÁPIDO MAS É TAPADO!

QUE LINGUAGEM O COMPUTADOR ENTENDE?

NOS PRIMÓRDIOS DA COMPUTAÇÃO OS PROGRAMADORES ESCREVIAM DIRETO EM "LINGUAGEM DE MÁQUINA" – CÓDIGO BINÁRIO – O QUE DAVA OBVIAMENTE GRANDES DORES DE CABEÇA!

RAPIDAMENTE PASSARAM À LINGUAGEM ASSEMBLER (VEJA P. 174), COM A AJUDA DE MONTADORES AUTOMÁTICOS (TO ASSEMBLE = MONTAR), QUE CONVERTIAM MNEMÔNICOS DE ASSEMBLER EM CÓDIGO DE MÁQUINA. MAS AINDA FALTAVA ALGO!

AS LINGUAGENS DE PROGRAMAÇÃO DE **ALTO NÍVEL** FORAM INVENTADAS. USARAM PALAVRAS COMUNS DO INGLÊS, COMO "PRINT", "READ" E "DO". PROGRAMAS COMPLEXOS, CHAMADOS COMPILADORES OU INTERPRETADORES, FAZEM A TRADUÇÃO PARA LINGUAGEM DE MÁQUINA. OS PROGRAMAS EM LINGUAGEM DE ALTO NÍVEL MUITAS VEZES RECEBEM O NOME DE "PROGRAMAS FONTE" E OS CONVERTIDOS EM LINGUAGEM DE MÁQUINA "PROGRAMAS OBJETO."

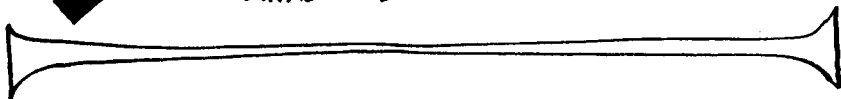
A PRIMEIRA LINGUAGEM DE ALTO NÍVEL FOI ***FORTRAN*** ("FORMULA TRANSLATOR"), QUE ESTREOU AINDA NOS ANOS 50. DEPOIS, SURGIRAM LITERALMENTE CENTENAS DE LINGUAGENS, CADA QUAL COM SEU PRÓPRIO SÉQUITO DE DEVOTOS FANÁTICOS!

VAMOS DAR UMA OLHADA EM ***BASIC*** — "BEGINNER'S ALL-PURPOSE SYMBOLIC INSTRUCTION CODE". O BASIC É FÁCIL DE APRENDER E MUITO USADO, A DESPEITO DA CRÍTICA (ESPECIALMENTE DOS FÃS DE PASCAL) DE CRIAR "VÍCIOS DE PROGRAMAÇÃO"!

COM MIL DESCULPAS AOS FÃS DE PASCAL, SEGUE, ENTÃO, UM POUCO DE BASIC...

HÁ DUAS FORMAS DE ESCREVER UM PROGRAMA BASIC: COM LÁPIS E PAPEL, OU DIRETO NO COMPUTADOR.

É DE BOA NORMA COMEÇAR PLANEJANDO OS PROGRAMAS NO PAPEL, PARA DEFINIR AS PRINCIPAIS IDÉIAS E A ESTRUTURA, MAS DEPOIS VOCÊ TERÁ QUE SENTAR ÀQUELE TECLADO!

ALGUMAS MÁQUINAS JÁ ENTRAM EM BASIC QUANDO LIGADAS. OUTRAS DEVEM SER COMANDADAS PARA ISSO. NA DÚVIDA, PERGUNTE!

*N.T. AQUI É DISCUTIDO O ***BASIC ITAUTEC***, DESENVOLVIDO PARA O MICROCOMPUTADOR I-7000.

QUANDO O COMPUTADOR ESTÁ APTO A RODAR, ELE LHE DÁ UM SINAL DE "PRONTO". NO BASIC ITAUTEC O SINAL É ">".

O TECLADO DO COMPUTADOR LEMBRA UMA MÁQUINA DE ESCREVER CONVENCIONAL... SÓ QUE OS CARACTERES DIGITADOS APARECEM NO VÍDEO, AO INVÉS DE NO PAPEL. PARA IR PARA A LINHA SEGUINTE PRESSIONA-SE A TECLA ***ENTER***. EIS UM PROGRAMA BASIC SIMPLES:

```
10  REM MULTIPLICAÇÃO
20  GET A,B
30  DATA 5.6, 1.1
40  LET C=A*B
50  PRINT "O PRODUTO É"; C
60  END
```

MATEMÁTICA EM BASIC:

A+B, A-B } NORMAL

A*B ... A VEZES B

A/B ... A DIVIDIDO POR B

A**B ... A ELEVADO A B

AGORA O PROGRAMA ESTÁ NA MEMÓRIA. PARA RODÁ-LO, DIGITE "RUN" E, A SEGUIR, PRESSIONE ENTER. O VÍDEO EXIBE:

```
RUN
O PRODUTO É 6.16
```

> CADA LINHA COMEÇA COM UM **NÚMERO DE LINHA** (10,20,...). TODA LINHA DE PROGRAMA BASIC DEVE TER NÚMERO! É PRÁTICA NUMERÁ-LAS DE DEZ EM DEZ, ASSIM PODE-SE INSERIR LINHAS NOVAS MAIS TARDE

> A PRIMEIRA LINHA (10) É UM **COMENTÁRIO**. SERVE PARA EXPLICAR O PROGRAMA E NÃO É EXECUTADO. O PREFIXO "REM" (DE **REM**ARK) O IDENTIFICA. PODEMOS INSERIR UM, AGORA:

```
20  GET A,B
25  REM ESTES SÃO OS NÚMEROS A
    MULTIPLICAR
30  DATA 5.6, 1.1
```

> AS **SENTENÇAS** DO PROGRAMA CONSISTEM DE **INSTRUÇÕES** ("LET", "GET" ETC.), **NÚMEROS** (5.6,1.1), **VARIÁVEIS** (A,B,C), **TEXTO** ("O PRODUTO É") E **PONTUAÇÃO**.

```
50 PRINT "O PRODUTO E"; C
```

ASPAS ESPAÇO PONTO E VÍRGULA

> CADA UM DELES TEM UM SENTIDO PRECISO!

UMA VARIÁVEL NUMÉRICA DO BASIC PARECE UMA VARIÁVEL DA ÁLGEBRA. ASSOCIA-SE A UM VALOR NUMÉRICO, QUE PODE VARIAR (MAS QUE É ÚNICO A CADA INSTANTE!). SEU NOME PODE TER DE UM A CINCO CARACTERES, COMEÇANDO POR LETRA:

A, B, C, D... ...Z
A0, B0,... E ..Z0
A1, B1,... TUDO O ..Z1
QUE VIER NO MEIO
A9999... ...Z9999

HÁ DIVERSAS MANEIRAS DE SE ASSOCIAR UM VALOR A UMA VARIÁVEL: UMA É A DUPLA DE INSTRUÇÕES **GET-DATA**:

```
20 GET A,B
30 DATA 5.6, 1.1
```

VÍRGULAS SÃO ESSENCIAIS!!

ELA ORDENA AO COMPUTADOR QUE ASSOCIE OS VALORES NUMÉRICOS DA INSTRUÇÃO **DATA** — NA ORDEM — ÀS VARIÁVEIS DA INSTRUÇÃO **GET**.

```
20 GET A,B,C.
30 DATA 5.6, 1.1
```

ISTO É UM **BUG!**

OUTRA FORMA DE ASSOCIAR VALORES A VARIÁVEIS É COM

A INSTRUÇÃO LET ASSOCIA O RESULTADO DA EXPRESSÃO À ***DIREITA*** À VARIÁVEL DA ***ESQUERDA*** DO SINAL DE IGUALDADE. A EXPRESSÃO PODE SER UM SIMPLES NÚMERO OU CONTER VARIÁVEIS (DESDE QUE ELAS TENHAM VALORES!!).

NA LINHA 20 R APARECE À DIREITA DO "=" SEM TER ANTES APARECIDO À ESQUERDA. NESTE CASO O BASIC ARBITRA VALOR 0 PARA R, O QUE LEVA A 0 PARA Q TAMBÉM. JÁ—

ESTAS SENTENÇAS, EMBORA ESTRANHAS, SÃO PERFEITAMENTE VÁLIDAS! "LET M=M+1" ASSINALA PARA A VARIÁVEL M O SEU VALOR CORRENTE ACRESCIDO DE 1.

É UMA INSTRUÇÃO DE SAÍDA QUE SIGNIFICA: "EXIBA NO VÍDEO", E NÃO "IMPRIMA EM PAPEL".

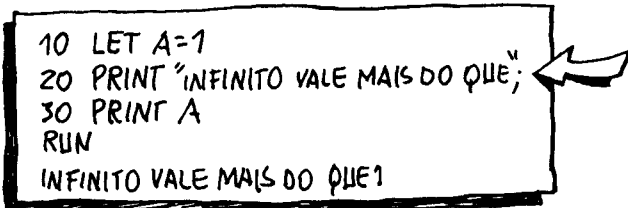
DÊ PRINT DE UMA VARIÁVEL E TERÁ SEU VALOR:

```
10 LET X=77001
20 PRINT X
RUN
 77001
```

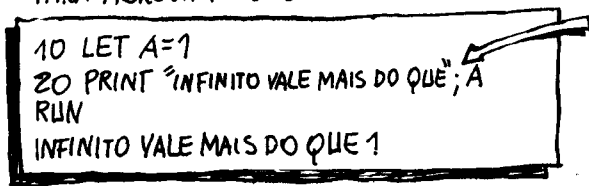
MAS—

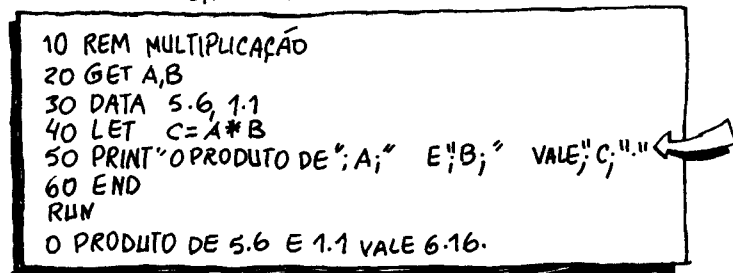
```
10 LET X=77001
20 PRINT "X"
RUN
X
```

AS ASPAS LEVAM O COMPUTADOR A TRATAR X COMO TEXTO.

DÊ PRINT DE UMA EXPRESSÃO E TERÁ SEU RESULTADO:

```
10 LET Z=1.5
20 PRINT Z**2+2*Z+10
RUN
15.25
```

POIS
$(1.5)^2 + 2 \times 1.5 + 10$
$= 2.25 + 3.0 + 10 = 15.25$

PONTO E VÍRGULA (;)

O PONTO E VÍRGULA APÓS UMA INSTRUÇÃO PRINT FAZ COM QUE O PRINT SEGUINTE EXIBA NA MESMA LINHA:

```
10 LET A=1
20 PRINT "INFINITO VALE MAIS DO QUE";
30 PRINT A
RUN
INFINITO VALE MAIS DO QUE1
```

PARA ABREVIAR PODEMOS FAZER:

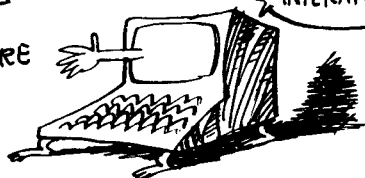
```
10 LET A=1
20 PRINT "INFINITO VALE MAIS DO QUE";A
RUN
INFINITO VALE MAIS DO QUE 1
```

POR EXEMPLO, PODEMOS REESCREVER O PROGRAMA DA P. 208.

```
10 REM MULTIPLICAÇÃO
20 GET A,B
30 DATA 5.6, 1.1
40 LET C=A*B
50 PRINT "O PRODUTO DE";A;" E";B;" VALE";C;"."
60 END
RUN
O PRODUTO DE 5.6 E 1.1 VALE 6.16.
```

> O PRINT TEM MAIS RECURSOS E ALGUNS TOQUES DE REQUINTE PODEM VIR DO USO DA **VÍRGULA** MAS NÃO ENTRAREMOS NISSO...

ELE TORNA O PROGRAMA INTERATIVO!

PERMITE QUE O USUÁRIO ENTRE COM VALORES DE VARIÁVEIS DURANTE A EXECUÇÃO DO PROGRAMA.

O FORMATO DESTA INSTRUÇÃO É:

DURANTE A EXECUÇÃO, QUANDO O PROGRAMA ATINGE UM INPUT, O VÍDEO EXIBE:

```
?
```

O QUE INDICA QUE O PROGRAMA PAROU, ESPERANDO ENTRADA. VOCÊ DIGITA QUALQUER NÚMERO (SEGUIDO DE "ENTER", COMO SEMPRE!):

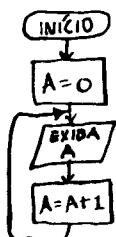
```
5.6
```

E A EXECUÇÃO DO PROGRAMA CONTINUA
"INPUT" E "PRINT" COMBINADOS PODEM ORIENTAR PARA O TIPO DE DADO A DIGITAR:

```
10 REM DIVISÃO
20 PRINT "DIGITE O NUMERADOR."
30 INPUT N
40 PRINT "DIGITE UM DENOMINADOR NÃO NULO."
50 INPUT D
60 PRINT N; "/"; D; "="; N/D
70 END
RUN
DIGITE O NUMERADOR.
? 5
DIGITE UM DENOMINADOR NÃO NULO.
? 8
5/8 = 0.625
```

DIGITADOS PELO USUÁRIO.

ESTA É A INSTRUÇÃO DE SALTO INCONDICIONAL.

"GOTO (NÚMERO DE LINHA)" PASSA O CONTROLE A UM NÚMERO DE LINHA DIFERENTE DA PRÓXIMA. O PROGRAMA ENTÃO CONTINUA DALI, COMO NO LAÇO SEM FIM:

É O "BRILHANTE" SALTO CONDICIONAL.

O FORMATO GERAL É:

IF (CONDIÇÃO) **THEN** (CLÁUSULA)

A CONDIÇÃO DEVE TER O FORMATO:

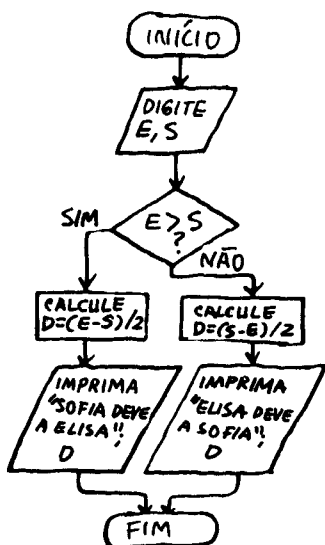
COMO EM `IF A<=B THEN C=A*B`

ELE SEMPRE INCLUI A INSTRUÇÃO IMPLÍCITA, "SENÃO, VÁ PARA A LINHA SEGUINTE."

*< MENOR DO QUE, <= MENOR OU IGUAL, > MAIOR DO QUE, >= MAIOR OU IGUAL, <> DIFERENTE.

O QUE SABEMOS BASTA PARA PROGRAMAR OS ALGORITMOS DA P. 201:

CONTAS DE COLEGAS DE QUARTO

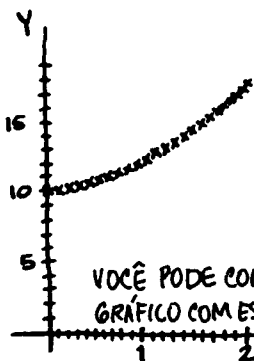
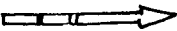
O FLUXOGRAMA:

O PROGRAMA:

```
10 PRINT "DESPESAS DE ELISA"
20 INPUT E
30 PRINT "DESPESAS DE SOFIA"
40 INPUT S
50 IF E>S THEN 80
55 D=(S-E)/2
60 PRINT "ELISA DEVE A SOFIA"; D
70 GOTO 100
80 D=(E-S)/2
90 PRINT "SOFIA DEVE A ELISA"; D
100 END
```

PERCEBEU COMO SE USA "IF-THEN" E "GO TO"? SE E>S ENTÃO O PROGRAMA SALTA AS LINHAS 55, 60 E 70. SENÃO, ESTAS LINHAS SÃO EXECUTADAS E O PROGRAMA GARANTE A NÃO EXECUÇÃO DAS LINHAS 80 E 90.

SE O PROGRAMA É RODADO:

```
RUN
DESPESAS DE ELISA
?23450.00
DESPESAS DE SOFIA
?17230.00
SOFIA DEVE A ELISA 6220.00
```

 *N.T. O PENNY É A MENOR MOEDA INGLESA.

LOOPS CONTROLADOS

OS "LOOPS CONTROLADOS" SÃO TÃO COSTUMEIROS QUE TODAS AS LINGUAGENS TÊM COMANDOS ESPECIAIS PARA CONTROLÁ-LOS. NO BASIC É O

ELE SUBSTITUI AS TRÊS LINHAS:

```
30 LET X=0
:
60 LET X=X+0.1
70 IF X<=2 THEN 30
```

PELAS DUAS:

A INSTRUÇÃO: INICIALIZA A VARIÁVEL COM O "LIMITE INFERIOR"; EXECUTA AS LINHAS ATÉ O "NEXT"; INCREMENTA A VARIÁVEL COM O VALOR DO "PASSO" E REPETE O LOOP ATÉ QUE O "LIMITE SUPERIOR" SEJA EXCEDIDO.

UM EXEMPLO SIMPLES:

PROBLEMAS

1. O QUE FAZ ESTE PROGRAMA?

```
10 INPUT N
20 FOR I=1 TO N
30 PRINT I*I
40 NEXT I
50 END
```

2. REESCREVA O PROGRAMA DA P. 217 USANDO O "FOR-NEXT".

3. ESCREVA UM PROGRAMA QUE SOME OS INTEIROS DE 1 A 1.000.000. REPITA PARA 1 A N, SENDO N UM NÚMERO QUALQUER.

4. NA SEQÜÊNCIA DE FIBONACCI 0,1,1,2,3,5,8,13,21,34,... CADA NÚMERO É A SOMA DOS DOIS ANTERIORES. FAÇA UM PROGRAMA QUE GERE ESTA SEQÜÊNCIA.

5. LEIA UM LIVRO-TEXTO DE BASIC ATÉ APRENDER O SUFICIENTE PARA ESCREVER UM PROGRAMA DE "CONTAS DE COLEGAS DE QUARTO" PARA QUALQUER NÚMERO DELAS.

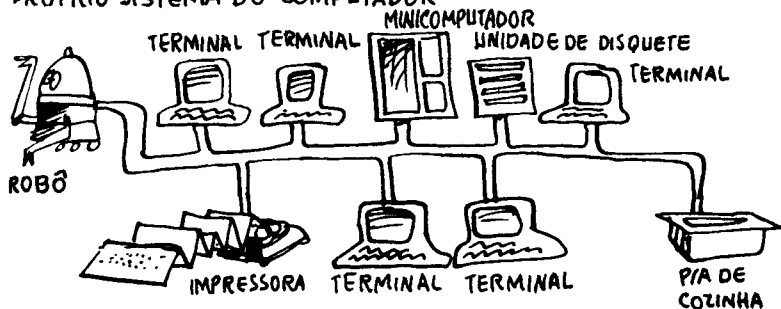
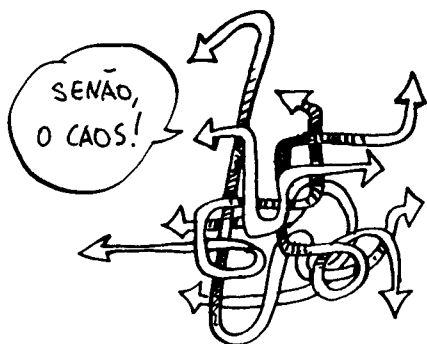
HÁ UMA MÃO-CHEIA DE OUTROS RECURSOS DO BASIC, SUFICIENTES PARA ENCHER LIVROS INTEIROS – E DE FATO JÁ FORAM PUBLICADAS TONELADAS DE LIVROS SOBRE BASIC.

ASSIM... SE VOCÊ TEM INTERESSE EM APRENDER VARIÁVEIS TIPO CADEIA, SUB-ROTINAS, FUNÇÕES, MATRIZES, NINHOS DE LOOPS, COMO LIDAR COM DISCOS E EVITAR BUGS, ETC. ETC. ETC. ENTÃO **VÁ PARA** A BIBLIOTECA E "MANDE BRASA"!!

DAMOS AQUI UMA VISÃO DE VÁRIAS ÁREAS IMPORTANTES DE SOFTWARE QUE EMERGIRAM DURANTE OS ANOS PÓS-**ENIAC**...

SOFTWARE BÁSICO

OS PROGRAMAS SÃO GERALMENTE DIVIDIDOS EM SOFTWARE BÁSICO E SOFTWARE DE APLICAÇÃO.

O SOFTWARE DE APLICAÇÃO EXECUTA TAREFAS DO "MUNDO REAL", ENQUANTO QUE O SOFTWARE BÁSICO EXISTE UNICAMENTE PARA CONTROLAR O PRÓPRIO SISTEMA DO COMPUTADOR

UM SISTEMA CONSTITUI-SE DE UM OU MAIS DISPOSITIVOS DE ENTRADA/SAÍDA (TERMINAIS, IMPRESSORAS, LEITORAS DE CARTÃO, PORTAS DE COMUNICAÇÃO), PROCESSADORES, UNIDADES DE MEMÓRIA (PRINCIPAL E DE MASSA) E SABE LÁ DEUS MAIS O QUÊ. TEM DE EXISTIR ALGO QUE CONTROLE ISSO TUDO!

O PROGRAMA QUE FAZ ISSO É CHAMADO

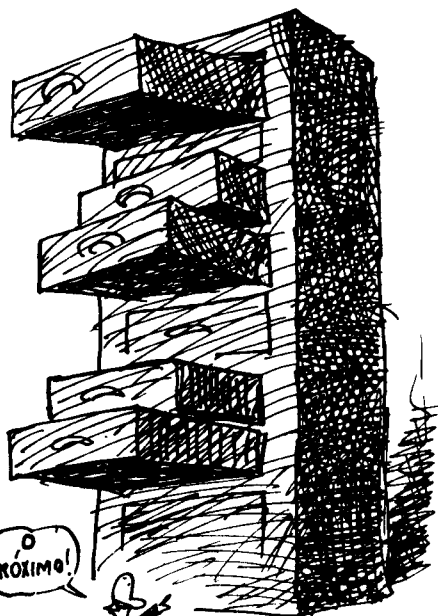
SISTEMA OPERACIONAL.

SE VOCÊ IMAGINAR O NÚCLEO DO COMPUTADOR COMO UM ARQUIVO ELETRÔNICO GIGANTESCO (COM UMA CALCULADORA ACOPLADA), ENTÃO, O SISTEMA OPERACIONAL

- ☆ CRIA A ESTRUTURA DOS ARQUIVOS
- ☆ GERENCIA A MEMÓRIA DE MODO QUE UM ARQUIVO NÃO INVADA A ÁREA DE OUTRO
- ☆ CONTROLA O ACESSO AOS ARQUIVOS E O FLUXO DE INFORMAÇÃO NAS OUTRAS PARTES DO SISTEMA...

O PRÓXIMO!

ETC!

ALÉM DO SISTEMA OPERACIONAL, O SOFTWARE BÁSICO ***INCLUI*** OUTROS PROGRAMAS "NO SISTEMA", COMO OS CARREGADORES (QUE CARREGAM PROGRAMAS NA MEMÓRIA) E OS COMPILADORES (QUE TRADUZEM LINGUAGEM DE ALTO NÍVEL EM CÓDIGO DE MÁQUINA).

ADMINISTRAÇÃO DE BANCOS DE DADOS

UM **BANCO DE DADOS** É SIMPLESMENTE UMA IMENSA PILHA DE INFORMAÇÕES: UM FICHÁRIO DE BIBLIOTECA, REGISTROS DE TRANSAÇÕES BANCÁRIAS E BALANÇOS DE CONTAS, "PROGRAMAÇÕES" DE VÔOS E RESERVAS DE UMA COMPANHIA DE AVIAÇÃO, ARQUIVOS POLICIAIS, DADOS DO MERCADO DE CÂMBIO — TODOS SÃO BANCOS DE DADOS.

UM PROGRAMA DE ADMINISTRAÇÃO DE BANCO DE DADOS ORGANIZA, ATUALIZA E DÁ ACESSO AO BANCO DE DADOS.

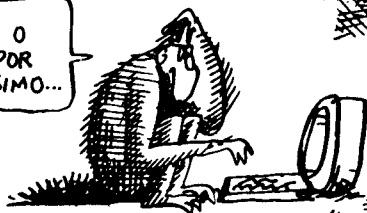
NO CASO DE UMA COMPANHIA DE AVIAÇÃO, POR EXEMPLO, O COMPUTADOR TEM QUE FAZER RESERVAS, MARCAR LUGARES, CANCELAR RESERVAS SE O CLIENTE NECESSITAR, FAZER NOVAS RESERVAS SE UM VÔO FOR CANCELADO, EMITIR PASSAGENS E FORNECER TODO O TIPO DE INFORMAÇÕES DE VÔO AOS AGENTES DE VIAGEM — NO MUNDO INTEIRO!

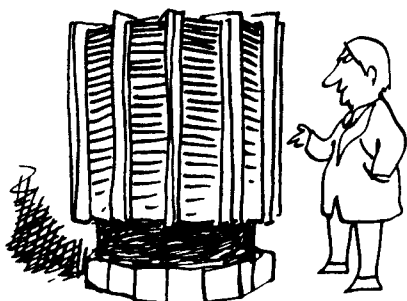
PROCESSAMENTO DE TEXTO

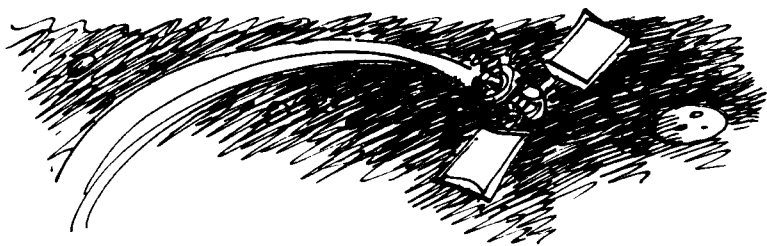
UM USO "PESSOAL" DO COMPUTADOR...

O SOFTWARE DE PROCESSAMENTO DE TEXTO PERMITE ESCREVER, EDITAR E FORMATAR TEXTOS— TUDO NO MESMO TECLADO. VOCÊ PODE PASSAR DO PRIMEIRO RASCUNHO AO TEXTO FINAL ELETRONICAMENTE, SEM IMPRIMIR UMA ÚNICA PALAVRA.

CHEGA DE CORTAR E MONTAR!

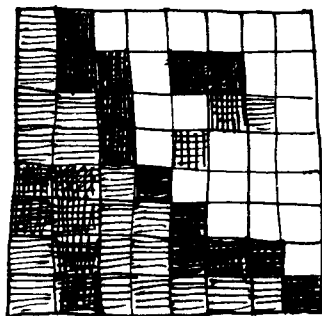
EXISTEM TAMBÉM PROGRAMAS QUE CORRIGEM PALAVRAS — E ATÉ MESMO A SINTAXE E A GRAMÁTICA. BREVEMENTE, ATÉ OS SEMI-ANALFABETOS ESTARÃO ESCREVENDO OBRAS-PRIMAS!

UM PEQUENO COMPUTADOR COM UM PROCESSADOR DE TEXTOS PODE SER BEM BARATO... O PROBLEMA É QUE UMA IMPRESSORA DE QUALIDADE PODE CUSTAR ATÉ DEZ VEZES MAIS QUE UMA MÁQUINA DE ESCREVER!

A CIÊNCIA DEPENDE DA MATEMÁTICA E OS COMPUTADORES SÃO SUPERMÁQUINAS MATEMÁTICAS. OS COMPUTADORES MAIS RÁPIDOS E PODEROSOS TÊM SEU USO VOLTADO PRINCIPALMENTE PARA A SOLUÇÃO DE PROBLEMAS CIENTÍFICOS.

O COMPUTADOR CRAY-1, CAPAZ DE 100 MILHÕES DE OPERAÇÕES POR SEGUNDO!!

ESTES "SUPERCOMPUTADORES" SE SOBRESSAEM EM SIMULAÇÃO. A IDÉIA É AUMENTAR O COMPUTADOR COM EQUAÇÕES QUE GOVERNAM UM SISTEMA FÍSICO E, ENTÃO, "MOVIMENTAR" MATEMATICAMENTE O SISTEMA, DE ACORDO COM ESSAS LEIS.

VEJA, POR EXEMPLO, AS VIAGENS ESPACIAIS: UM COMPUTADOR PODE GUIAR UMA NAVE ATÉ A LUA, PORQUE INTERNAMENTE ELE CONSEGUE SIMULAR O VÔO TODO!!

OS COMPUTADORES PODEM SIMULAR:

GRÁFICOS

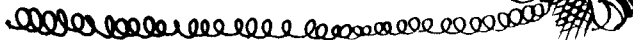
DAS TELAS SIMPLES DE JOGOS AOS MAIS SOFISTICADOS SIMULADORES DE VÔO, A IDÉIA É A MESMA:

DIVIDIR A TELA EM UM GRANDE NÚMERO DE PEQUENOS RETÂNGULOS ("PIXELS") E PINTAR CADA UM DELES COM DETERMINADA COR E INTENSIDADE.

É POR ISSO QUE AS FIGURAS DESENHADAS POR COMPUTADORES TÊM CANTOS!

MAS, TAMBÉM, HÁ ALGORITMOS QUE ARREDONDAM OS CANTOS!

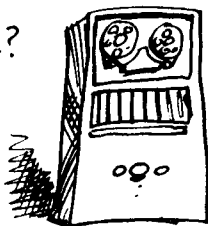
INFELIZMENTE, SÓ COMPUTADORES RAZOÁVEIS FAZEM BONS GRÁFICOS. COMPUTADORES PEQUENOS PRATICAMENTE SÓ SÃO USADOS PARA OS GRÁFICOS SIMPLES, COMO OS FINANCEIROS (GRÁFICOS SETORIAIS, HISTOGRAMAS ETC.).

OS COMPUTADORES TAMBÉM CONTROLAM AS ROTAS E A COMUTAÇÃO AO LONGO DA REDE TELEFÔNICA, ASSIM COMO A COBRANÇA DAS CONTAS!

AINDA TEM GENTE TRABALAAN-DO AÍ?

OS COMPUTADORES PODEM SER PROGRAMADOS PARA RECONHECER CERTAS PALAVAAS OU GRUPOS DE PALAVRAS — UMA CARACTERÍSTICA NÃO DESPREZADA PELOS SERVIÇOS SECRETOS...

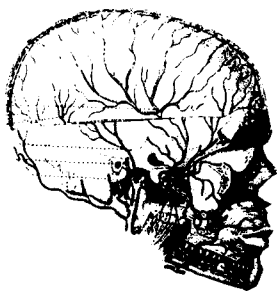
INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL

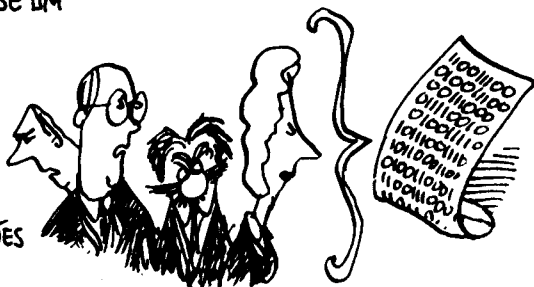
A DESPEITO DE SUA INCRÍVEL VELOCIDADE E PRECISÃO, OS COMPUTADORES SÃO POBRES NO RECONHECIMENTO DE PADRÕES, ANÁLISE, PREMONIÇÕES E COMPREENSÃO DA LINGUAGEM HUMANA!

UMA MÁQUINA PODE SER PROGRAMADA PARA PENSAR?

NA VERDADE, SABEMOS MUITO POUCO SOBRE COMO O PENSAMENTO FUNCIONA...

ASSIM, É MELHOR PERGUNTAR: COMO DIZER SE UMA MÁQUINA ESTÁ PENSANDO?

ALAN TURING SUGERIU O SEGUINTE TESTE: SUPONHA QUE VOCÊ PUDESSE SE COMUNICAR COM ALGO, OU ALGUÉM, ESCONDIDO DA SUA VISTA. SE, COM BASE NA CONVERSAÇÃO, VOCÊ NÃO PUDESSE DISTINGUIR ENTRE UMA MÁQUINA E UM SER HUMANO, VOCÊ ACABARIA POR CONCORDAR QUE ERA UM SER PENSANTE!

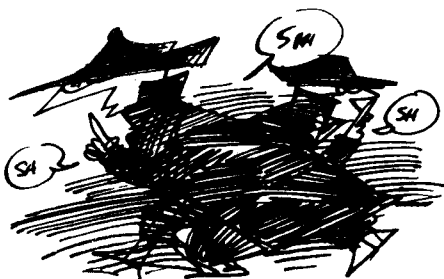
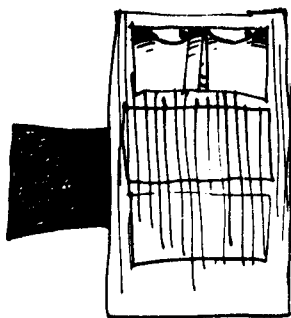
EU, PARTICULARMENTE, NÃO APRECIO ESTE CRITÉRIO, POIS A SIMULAÇÃO REALMENTE "NÃO É O QUE HÁ"!..

ESTA CONFUSÃO FILOSÓFICA NÃO INTERROMPEU AS PESQUISAS EM FAZER AS MÁQUINAS PENSAREM. TEM-SE OBTIDO SUCESSO COM OS CHAMADOS **SISTEMAS INTELIGENTES**, OS QUAIS IMITAM PERITOS HUMANOS EM VÁRIAS ÁREAS.

COMO SE CRIA UM SISTEMA INTELIGENTE? PRIMEIRO, ENTREVISTA-SE UM GRUPO DE PERITOS – GEÓLOGOS, POR EXEMPLO – E FORÇA-SE A FALAREM OS ALGORITMOS POR TRÁS DE SUAS HABILIDADES, PREMONIÇÕES E BRAINSTORMS.

AÍ, CARREGA-SE NA MEMÓRIA DO COMPUTADOR ESSE CABEDAL DE CONHECIMENTO... E O RESULTADO É (ALGUMAS VEZES) UM PROGRAMA QUE PODE SUPERAR QUALQUER SER HUMANO!!

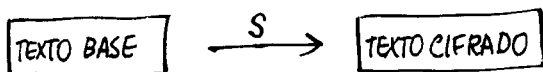
CRIPTOGRAFIA

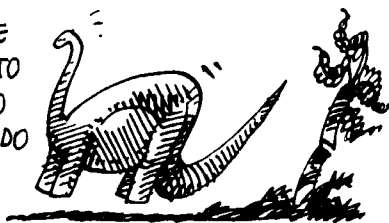
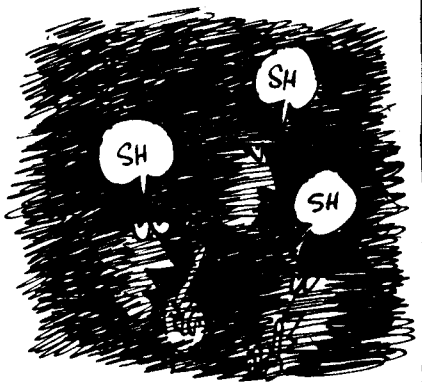
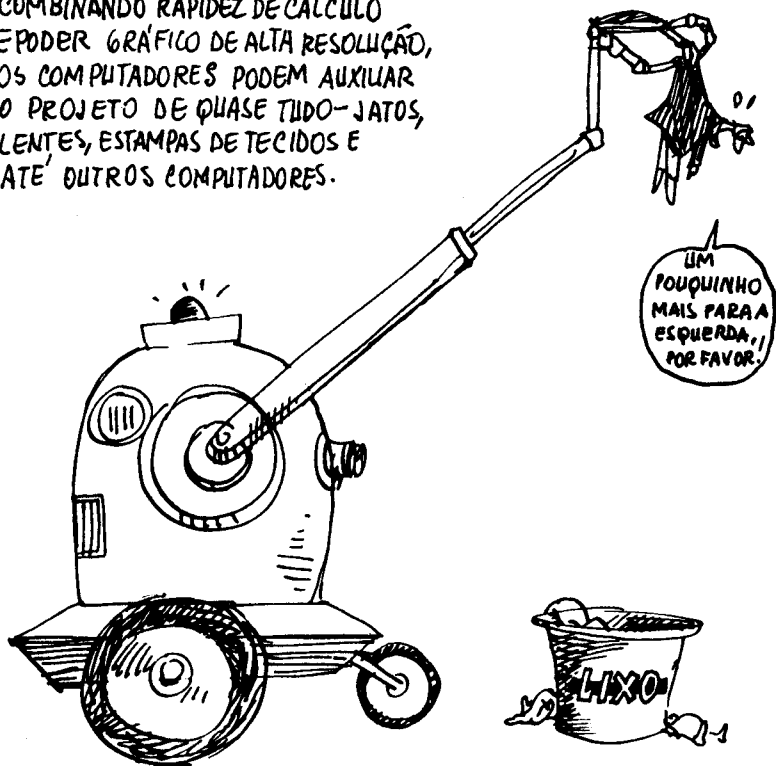
SHHH!

HÁ CÓDIGOS PADRÕES, COMO O ASCII (P. 128), PARA CONVERTER TEXTOS ESCRITOS EM CÓDIGO BINÁRIO... MAS, QUE TAL USAR COMPUTADORES PARA GERAR CÓDIGOS

SECRETOS??

OS CÓDIGOS SECRETOS ERAM ESTRITAMENTE DE USO MILITAR E TAMBÉM DA ESPIONAGEM, MAS, ATUALMENTE, MAIS E MAIS INFORMAÇÃO CONFIDENCIAL PASSA A SER ARMAZENADA EM COMPUTADORES:

A CAMUFLAGEM DESTES DADOS É UMA FORMA EFICIENTE DE SE MANTER A PRIVACIDADE DOS MESMOS.

A INFORMAÇÃO É ORIGINALMENTE ARMAZENADA NUMA CADEIA BINÁRIA QUE PODE SER LIDA POR QUALQUER COMPUTADOR: O **TEXTO BASE** NO JARGÃO DA CRIPTOGRAFIA. PARA CRIPTOGRAFÁ-LO, USA-SE UM ALGORITMO **S**, QUE O CONVERTE EM UMA MENSAGEM CAMUFLADA, CHAMADA **TEXTO CIFRADO**.

TEXTO BASE —S→ TEXTO CIFRADO

TEORICAMENTE É IMPOSSÍVEL RECONSTRUIR O TEXTO BASE A PARTIR DO TEXTO CIFRADO SEM CONHECER ALGO SOBRE S... CONTUDO, ALGUÉM INTERESSADO EM DECIFRAÇÃO PODERIA PÔR UM COMPUTADOR À PROCURA DE S.

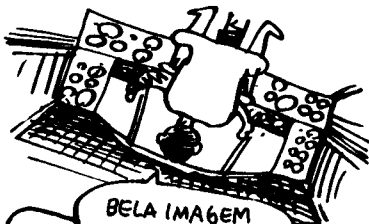
POR SEGURANÇA, S TEM DE SER COMPLICADO A PONTO DE DEIXAR O MAIS RÁPIDO COMPUTADOR TRABALHANDO POR, DIGAMOS, ALGUNS MILHÕES DE ANOS ATÉ DECIFRÁ-LO!

RECENTEMENTE, O NATIONAL BUREAU OF STANDARDS* APROVOU UM GRUPO DE ALGORITMOS COMO PADRÃO CRIPTOGRÁFICO PARA O PAÍS. VÁRIOS CIENTISTAS SUSPEITAM QUE ESTE PADRÃO SEJA SUFICIENTEMENTE COMPLEXO PARA PÔR A MAIORIA DOS COMPUTADORES EM "SINUCA", MAS NÃO TÃO COMPLEXO PARA OS ***NOVE ACRES*** DE COMPUTADORES DA AGÊNCIA DE SEGURANÇA NACIONAL!

* EQUIVALENTE À ABNT.

*N.T. PROJETO AUXILIADO POR COMPUTADOR/ PRODUÇÃO AUXILIADA POR COMPUTADOR.

AS FORÇAS ARMADAS PODEM FAZER USO DE TODO ESSE SOFTWARE – VEJAMOS!!

O ENIAC FOI CONSTRUÍDO PARA USO EM BALÍSTICA... AGORA TEMOS MÍSSEIS BALÍSTICOS!

SIMULADORES DE VÔO PODEM TREINAR PILOTOS EM TERRA FIRME...

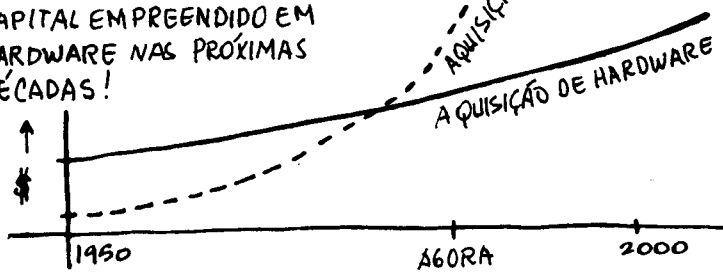
BELA IMAGEM GRÁFICA!

OS SUPERCOMPUTADORES AJUDAM A PROJETAR BOMBAS ATÔMICAS...

TAMBÉM HÁ OS FAMOSOS MÍSSEIS "INTELIGENTES" QUE PODEM SEGUIR UM ALVO EM MOVIMENTO...

ESTOU A PONTO DE EXPLODIR... SERÁ QUE ISSO É SER INTELIGENTE?

... SEM MENCIONAR O PROCESSAMENTO DE DADOS E A CRIPTOGRAFIA...
O DEPARTAMENTO DE DEFESA NECESSITA DE TAL MODO DE SOFTWARE, QUE DISPÕE DE UMA LINGUAGEM DE PROGRAMAÇÃO PRÓPRIA: **ADA**, EM HOMENAGEM À DESAFORTUNADA LADY LOVELACE.

QUEM, EU?!?

ESTE PEQUENO LEVANTAMENTO APENAS COMEÇA A INSINUAR O QUANTO DE SOFTWARE EXISTE ATUALMENTE À DISPOSIÇÃO. E CADA DIA HÁ MAIS... ALGUNS PROGRAMAS TRATAM DE NOVOS ASSUNTOS, ENQUANTO QUE OUTROS INTEGRAM ROTINAS JÁ EXISTENTES PARA CRIAR NOVOS PACOTES AINDA MAIS PODEROSOS...

CONCLUSÃO,

ALGUMAS PALAVRAS
SOBRE ESTA
CONHECIDA FRASE:

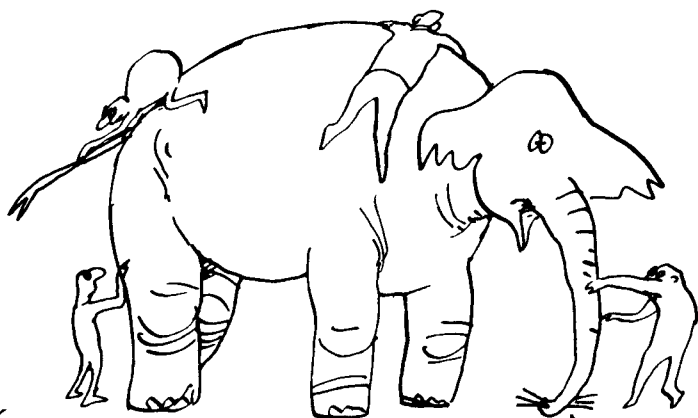
O COMPUTADOR
CUMPRE
ESTRITAMENTE
AS ORDENS
RECEBIDAS!

(O QUE OS CIENTISTAS
DA COMPUTAÇÃO
SEMPRE DIZEM
PARA TRANQÜILIZAR
A TODOS...)

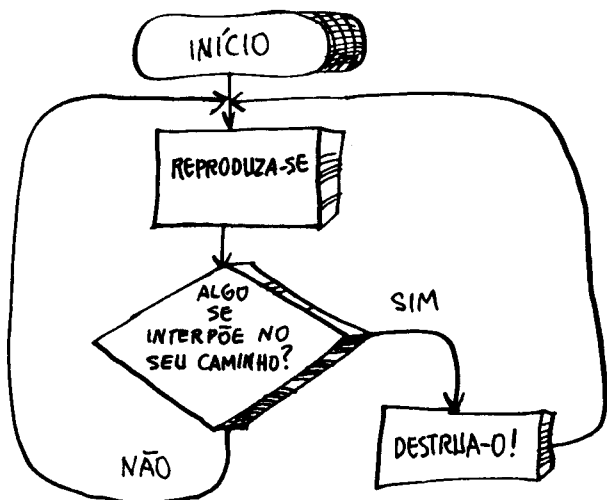
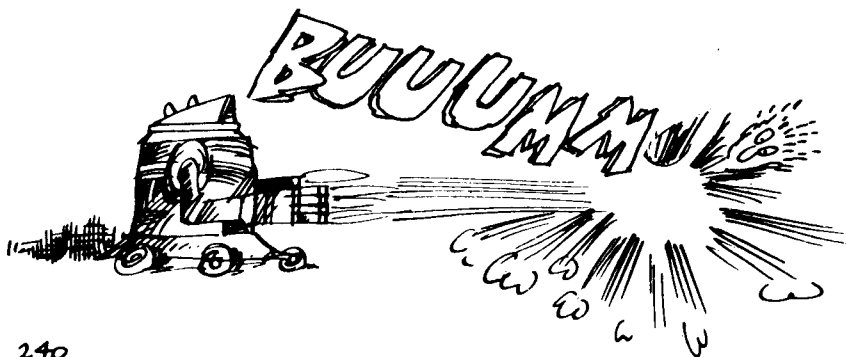
POR EXEMPLO, SUPONHA QUE OS PROGRAMADORES DE SITUAÇÕES ESTRATÉGICAS DECIDAM PROGRAMAR SEUS COMPUTADORES PARA DISPARAR UM MÍSSIL, AUTOMATICAMENTE, QUANDO DADO UM "ALARME". CONSIDERANDO QUE OS COMPUTADORES DOS SISTEMAS DE DEFESA DÃO VÁRIOS ALARMES FALSOS POR ANO, ISSO SERIA TRANQÜILIZANTE??

EU APENAS CUMPRIA ORDENS...

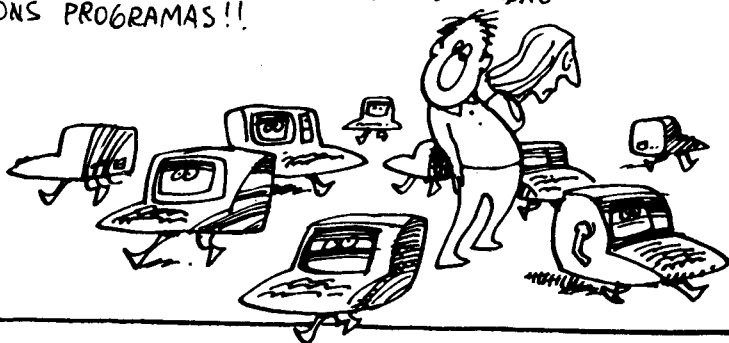
UM OUTRO PROBLEMA É QUE OS ALGORITMOS NEM SEMPRE FAZEM EXATAMENTE O QUE DEVERIAM...

EQUIPES DE PROGRAMADORES PASSAM SEU TEMPO DESENVOLVENDO GIGANTESCOS SISTEMAS DE SOFTWARE. COMO NO CASO DO ELEFANTE, NINGUÉM CONSEGUE ENTENDER A COISA TODA!

É COMUM VER-SE COMPUTADORES FAZENDO COISAS INESPERADAS E BIZARRAS, PRINCIPALMENTE NAS PRIMEIRAS "PASSADAS" DE UM SOFTWARE AINDA NÃO TESTADO!

VOU ACABAR VIRANDO CARNE DE VACA!

FINALMENTE, CONSIDERE ESTE ALGORITMO SINISTRO:

ENQUANTO NENHUM COMPUTADOR FOR SUFICIENTEMENTE INTELIGENTE, MÓVEL OU BEM EQUIPADO PARA EXECUTAR ESTAS INSTRUÇÕES, FICAREMOS SÓ NUMA POSSIBILIDADE TEÓRICA. TAL ALGORITMO PROVAVELMENTE TRANSFORMARIA UMA MÁQUINA NUM PREDADOR CIBERNÉTICO!

E SE VOCÊ PENSA QUE POR SER "APENAS UMA MÁQUINA" SEMPRE PODE SER DESLIGADA, LEMBRE-SE DAS PALAVRAS DE NORBERT WIENER, UM CIENTISTA QUE PENSOU PROFUNDAMENTE SOBRE ISSO:

*CYBERNETICS SEGUNDA EDIÇÃO, P. 175.

ASSIM, BEM-VINDO À ERA DA INFORMAÇÃO E... BONS PROGRAMAS!!

LEITURAS SUPLEMENTARES:

MEDIEVAL AND EARLY MODERN SCIENCE, POR A.C. CROMBIE. MOSTRA COMO A CIÊNCIA ISLÂMICA CHEGOU À EUROPA.

THE MAKING OF THE MICRO, POR C. EVANS. BONS ESQUEMAS DAS MÁQUINAS DE SOMAR ANTIGAS.

HISTORY OF MATHEMATICS, POR A. GITTLEMAN. NÃO PERCA A HISTÓRIA DA GALINHA "PSÍQUICA" DE NAPIER!

THE COMPUTER FROM PASCAL TO VON NEUMANN, POR H. GOLDSTINE. O BALANÇO FINAL DO ENIAC.

CHARLES BABBAGE, FATHER OF THE COMPUTER, POR D. HALACY. LEITURA FÁCIL.

CHARLES BABBAGE AND HIS CALCULATING ENGINES, ED. POR P. + E. MORRISSON. DO PRÓPRIO PUNHO!

SYMBOLIC LOGIC AND THE GAME OF LOGIC, POR LEWIS CARROLL. MILHÕES DE SILOGISMOS IDIOTAS!!

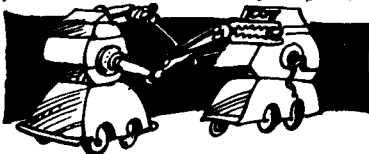
THE MATHEMATICAL THEORY OF COMMUNICATION, POR C. SHANNON. TEM DUAS PARTES: UMA COM E OUTRA SEM CÁLCULOS MATEMÁTICOS.

CYBERNETICS, 2ª EDIÇÃO, POR N. WEINER. TEORIA DO CONTROLE AUTOMÁTICO.

UNDERSTANDING DIGITAL ELECTRONICS, POR D. McWHORTER. CIRCUITOS BOOLEANOS.

UNDERSTANDING DIGITAL COMPUTERS, POR F. MIMS. MEU LIVRO FAVORITO, MAS TOME CUIDADO COM OS ERROS DE IMPRESSÃO!

INTRODUCTION TO MICROCOMPUTERS, POR A. OSBORNE (4 VOLUMES). MUITO DETALHADO!

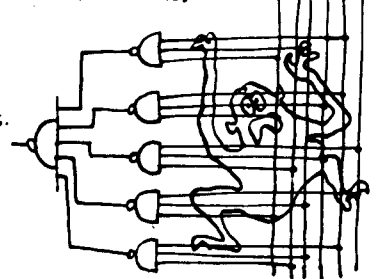
UNDERSTANDING COMPUTER SCIENCE, POR R.S. WALKER. TÓPICOS MAIS AVANÇADOS.

ILLUSTRATING BASIC, POR D. ALCOCK. UM CURSO RÁPIDO, USANDO QUASE-CARTUNS.

USING BASIC, POR R. DIDDAY & R. PAGE. UMA ABORDAGEM SUAVE MAS PROLIXA.

PASCAL PRIMER, POR D. FOX & M. WAITE. AJUDA MUITO CONHECER BASIC ANTES DE LER ESTE LIVRO.

FORTRAN COLORING BOOK, POR R. KAUFMAN. ESPIRITUOSO MAS TENDENDO PARA O VULGAR.

CP/M PRIMER, POR S. MURTHA & M. WAITE. UM SISTEMA POPULAR BEM EXPLICADO.

COMPUTER DICTIONARY FOR EVERYONE, POR D. SPENCER. UM GLOSSÁRIO DE 190 PÁGINAS EM BUSCA DE UM LIVRO!

A RESPEITO DO AUTOR:

LARRY GONICK, O CARTUNISTA-GÊNIO, DETÉM DOIS TÍTULOS DE MATEMÁTICA POR HARVARD. TRABALHOU COMO PROGRAMADOR DE ***FORTRAN*** E SEUS MELHORES AMIGOS TRABALHAM NO RAMO DA COMPUTAÇÃO. MORA EM SÃO FRANCISCO COM SUA MULHER E SUA FILHA, E GOSTARIA DE DESENVOLVER ALGUM SOFTWARE DE PROCESSAMENTO DE CARTUM PARA MELHORAR SUA PRODUTIVIDADE.

AOS LEIGOS E ESTUDIOSOS

NUNCA FOI TÃO FÁCIL OU DIVERTIDO APRENDER

Aqui, você, leitor, encontrará, de forma ilustrada, simplificada e bem-humorada, elementos de tecnologia computacional. É ler e entender num abrir-e-fechar de olhos. Use este livro para dar mais vida àquele curso sério que você está fazendo ou para enxergar através da "neblina" que emana daquele texto igualmente sério que está tentando ler. Leia este livro para familiarizar-se com os aspectos gerais — ou com os mais específicos — daquele computador que, no momento, você está aprendendo a usar. Ou, se você acha que a revolução dos computadores começa a deixá-lo para trás, permita que este livro lhe mostre a luzinha no fim do túnel. Ele não fará de você um programador, mas lhe mostrará como entender a terminologia desta ciência.

Nestas páginas você encontrará Charles Babbage e seu calculador analítico, que nunca foi construído, e Ada Augusta (Lady Lovelace), que, apesar de tudo, "conseguiu" programar a tal máquina! Você também encontrará George Boole, em cuja álgebra está baseado o projeto de circuitos lógicos. Você aprenderá sobre números binários, elementos e arquitetura do computador, software, linguagens de programação — da linguagem de máquina ao BASIC — e aplicações especiais — criptografia, inteligência artificial e outras das quais você talvez não tenha ouvido falar.

EDITORA HARPER & ROW DO BRASIL LTDA.

Desenho da capa por Larry Gonick